MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XLII, N° 3.

ÜBER

HOLOKRYSTALLINE MAKROVARIOLITHISCHE GESTEINE.

VON

Dr. K. von Chrustschoff.

(Avec 3 planches et 37 desseins dans le texte.)

(Lu le 8 mai 1891.)

ST.-PÉTERSBOURG, 1894.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
M. Eggers & C° et J. Glasounof.	M. N. Kymmel.	Voss' Sortiment (Haessel).

Prix: 4 Rbl. 90 Cop. = 12 Mark 25 Pf.

47.16

Peters bookplate

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Février 1894. N. Doubrovine, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12).

HERRN F. G. VON SCHMIDT

UND

HERRN N. N. VON BEKETOFF

.....τὰ μεν μετέωρα φροντιστὴς καὶ
τὰ δε ὑπὸ τῆς γῆς ἀνεζητηκὼς.

ORDENTLICHEN MITGLIEDERN DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

SEI DIESE ARBEIT

IN TIEFSTER DANKBARKEIT

GEWIDMET

VOM VERFASSER.

EINLEITUNG.

Die Kugelform im Mineralreiche ist sehr verbreitet und es haben sich damit schon früher verschiedene Gelehrte beschäftigt. So besitzen wir aus den 40-ger Jahren eine sehr eingehende Beschreibung der in der Natur vorkommenden sphäroidalen Absonderungsformen von J. Roth (Lit. 1), ferner die umfangreiche und classische Abhandlung über sphärolitische Structuren in Pechsteinen sowie ähnlichen glasigen Gesteinen von Delesse (Lit. 2). Die sphärolithisch struirten Porphyre, Pechsteine, Rhyolithe, Obsidiane und andere Gläser sind von einer ganzen Reihe von Gelehrten einer genauen Besprechung unterzogen worden. Endlich existirt über den Variolith (endomorphe Kontaktbildung der Diabase) allein eine reichhaltige Literatur (vergl. Lit. 61—81). Doch handelt es sich hier meist um directe Erstarrungsformen aus ganz oder zum Theil hyalinem Schmelzfluss, gewöhnlich in Folge plötzlich eingetretener Temperaturdifferenzen, wobei zur Ausscheidung von idiomorphen Krystallen keine genügende Zeit übrig blieb. Viel schwieriger ist die Genese der Kugelbildungen in holokrystallinen, eugranitischen Tiefengesteinen zu deuten. Zwar besitzen wir bereits mehrere derartige genetische Speculationen, so z. B. von Vogelsang, A. Phillips, C. W. Brögger, F. H. Hatch und endlich Fouqué (vergl. Lit. 51, 29, 40, 42, 39), doch lassen gewisse Vorkommnisse noch eine ganz andere Deutung zu. Ueberhaupt scheinen, wie wir weiter unten sehen werden, die holokrystallinen Kugelgesteine ihrem Wesen und Bildung nach sehr verschiedene Dinge zu sein. Die meisten, besonders diejenigen von Fonni und vom Altai, lassen sich auf theilweise Resorbtion fremder Einschlüsse oder auch bereits erstanter Partien des betreffenden Gesteins selbst und darauffolgende Ueberkrustung mit individualisirten Mineralen, die aus dem mit dem Substrat der Einschlüsse oder der früher verfertigten Gesteinsantheile selbst local übersättigtem Magma hervorgegangen sind, zurückführen.

Da die Nachrichten, die wir über sphärolithisch struirte eugranitische Tiefengesteine besitzen, in Zeitschriften zerstreut und ziemlich schwer aufzufinden sind, so schien es mir wünschenswerth, hier die ganze Literatur darüber seit Anfang des Jahrhunderts zusammenzustellen.

In dieser Abhandlung sollen folgende Vorkommnisse besprochen werden:

(neu.) I. **Variolithischer Granit,** *Altai*, Sibirien.
(neu.) II. **Variolithischer Granit,** *Kunnersdorf*, Schlesien.
III. **Variolitischer Granit,** *Rattlenake Bar*, Dorado Co, Californien.
IV. **Variolithischer Granit,** *Slättmossa,* Kalmar Län, Jereda soken, Schweden.
V. **Variolithischer Granit,** *Fonni bei Ghistorrai,* Sardinien.
VI. **Variolitischer Granit,** *Craftsbury*, Vermont, Nord-Amerika.
(neu.) VII. **Variole** im Hornblendegranit, *Aldersbäck,* Kalmar Län, Westrum soken, Schweden.
(neu.) VIII. **Variolithischer Granulit,** *Amten See*, Grythytta, Örebrö, Schweden.
IX. **Variolitischer Quarzdiorit,** *Svartdal*, Norwegen.
X. **Variolithischer Gabbro,** *Romsås*, Norwegen.

Auf das prachtvolle russische Vorkommen wurde ich zuerst von Herrn Akademiker Professor A. P. Karpinsky aufmerksam gemacht. Dies interessante Gestein lag seit, wer weiss, wie vielen Jahren unbeachtet und vergessen im Museum des Berginstituts, so dass man jetzt darüber nichts mehr weiss, als dass dasselbe aus dem Altai stamme. Schade, denn die strategraphische Modalität seines Vorkommens in der Natur könnte vielleicht über dessen Genese manche wichtige Aufschlüsse liefern.

Den Kugelgranit von Kunnersdorf in Schlesien, der zwar bekannt, jedoch noch nicht mikroskopisch untersucht worden ist, erhielt ich von Herrn Geheimrath Römer.

Das Gestein von Rattlesnake Bar, Dorada Co, Californien, war recht schwierig zu beschaffen. Bekanntlich bestand daraus ein einziger Bohrzapfen aus einem daselbst in den 60-ger Jahren angelegten Bohrloche und es schien daher eine beinahe hoffnungslose Aufgabe, denselben in Amerika ausfindig zu machen, zumal dessen Aufbewahrungsort mir gänzlich unbekannt war. Dank der bekannten Liebenswürdigkeit des Direktors des U. S. Geological Survey, Prof. Powell sowie den Bemühungen des Herrn S. W. Bayley (seither Professor an der Colby University, Waterville, Maine) gelang es mir endlich ein Handstück davon zu erlangen.

Den variolithischen Hornblendegranit von Slättmossa, Kalmar Län, Jereda soken erhielt ich käuflich vom Mineralienhändler Pech in Berlin.

Eine prächtige Suite von Sphäroiden aus dem klassisch gewordenen Granit-Vorkommen von Fonni bei Ghistorrai auf Sardinien verdanke ich der gütigen Bereitwilligkeit des Herrn Professor Lovisato in Cagliari.

Das besonders interessante, hornblendereiche granitische Gestein von Alderbäck mit dem dariu eingeschlossenen, vereinzeltem, einförmigem Feldspathspäroid wurde mir auf gütige Veranlassung des Herrn Professor Nathorst von der schwedischen geologischen Landesanstalt durch Herrn Prof. Erdmann bereitwilligst zur Verfügung gestellt.

Das in vielen Beziehungen recht eigenthümliche, variolithisch struirte, granulitische Gestein vom Amteu-See habe ich von Herrn Professor A. E. Törnebohm erhalten.

Den sogenannten *Pudding-Granit* von Craftsbury habe ich seinerzeit an Ort und Stelle selbst geschlagen.

Den prachtvollen Kugeldiorit von Svartdal, Norwegen, verdanke ich der Güte des Herrn Prof. J. H. L. Vogt in Christiania.

Endlich sandte mir Herr Bergingenieur Meinich (in Romsås) eine grosse Anzahl Kugeln aus dem von ihm zuerst beschriebenen sphäroidal struirten Gabbro von Romsås, Norwegen.

Allen diesen Herrn bringe ich auch an dieser Stelle nochmals meinen wärmsten Dank dar.

LITERATUR.

Allgemeines über sphäroidale Bildungen.

1. 1844 — Die *Kugelform* im Mineralreiche; J. Roth, Abhandl. der Königl. Akademie der Wissenschaften, Berlin 1844. (*Absonderungsformen*).
2. 1852 — Recherches sur les roches *globulenses;* Delesse, Mém. de la Société Géol. de Fr. II série, t. IV, Mém. № 5. (*Corsit*).
3. 1866 — Lehrbuch der Petrographie, Zirkel, Bonn 1866. (*Corsit*).
4. 1873 — Mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine, F. Zirkel, Leipzig 1873. (*Corsit*).
5. 1875 — Elemente der Petrographie, v. Lasaulx, Bonn 1875. (*Corsit*, *Granit*).
6. 1876 — On Columnar, Fissile and *Spheroidal* Structure, T. G. Bonney, Q. J. G. S. vol. XXXII, p. 140.
7. 1877 — Geolog. Mittheilungen aus dem Gebweiler Thal: die Felselen, ein Felsit, D. Gerhard, Programm des Gymnasium's von Kolmar 1877.
8. 1877 — Grundriss der Gesteinkunde, O. Lang, Leipzig 1877. (*Corsit*).
9. 1882 — Sur la nature des *sphérolithes* faisant partie intégrale des roches éruptives, Michel-Lévy. C. R. XCIV, p. 464.

10. 1887 — Allgemeine und chemische Geologie, J. Roth, Berlin 1887. (*Corsit Granit*).
11. 1887 — Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine, Rosenbusch, Stuttgart 1887, 2. Aufl. (*Corsit*, *Granit*, besonders *Pyromerid*, p. 392—396).
12. 1888 — *Obsidian Cliff*, J. P. Iddings, 7-th Ann. Rep. U. S. Geol. Surv.

Granite.

13. 1802 — *Granit* von Kynast bei Warmbrunn in Schlesien. L. v. Buch, Geognostische Beobachtungen auf Reisen durch Deutschland und Italien, Band I.
14. 1823 — *Granit*, Pyreneen. Charpentier, essai sur la constitution géognostique des Pyrenées, Paris.
15. 1842 — *Granit* von Schwarzbach und Kynast bei Warmbrunn in Schlesien. G Rose, Poggendorf's Annalen, Band LVI, p. 624.
16. 1850 — *Granit* von Chanteloube, Département Haute-Vienne, Frankreich. Alluaud, Bull. Soc. Géol. de Fr. (2) t. VII, p. 230.
17. 1850 — *Granit* von Guebweiler, Vogesen, Collomb, Bull. Soc. Géol. Fr. (2) t. VII, p. 297[1]).
18. 1850 — *Granit*, Praia Grande, Brasilien. Von Eschwege, Beitr. z. Gebirgskunde Brasiliens, p. 35.
19. 1855 — *Granit*, Böhmen. Jokély, Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt 1855, p. 375.
20. 1859 — *Sphäroidale* Bildungen, angeblich in Glimmerschiefer, Hermannsschlag, Oesterreich. Zepharovic, Mineralogisches Lexikon Oesterreichs, p. 59[2]).
21. 1861 — *Granit*, Vermont, N.-America. Hitchkock, Report on the Geology of Vermont, vol. II, p. 564, 721.
22. 1864 — *Granit*, Böhmen. Andrian, Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt 1863, p. 166.
23. 1866 — *Kugelgranite* aus dem Fichtelgebirge erwähnen Goldfuss, Bischof. Zirkel, Lehrb. d. Petr., I. B., p. 99. (Wahrscheinlich sämmtlich blos Absonderungsformen).

---

1) Diesen *granite globulaire* beschreibt Collomb folgendermaassen: «La structure feuilletée ou stratiforme de ce granite change fréquemment d'aspect; ainsi, au lieu d'être en bancs horizontaux ou verticaux, les feuillets deviennent des portions de sphères: on voit des écailles concentriques superposées autour d'un noyeau central; la forme globulaire de cette roche a été remarquée dans plusieures localités; ces écailles, du reste, ne se détachent les unes des autres sous le marteau, que lorsque la roche est arrivée à un degré de désagrégation très avancé. Cette tendence à devenir globulaire ne se manifeste pas lorsque la roche est ferme et compacte, et que les effets d'endomorphisme n'en ont pas encore altéré la texture.

2) In diesem höchst merkwürdigen Glimmerschiefer(?) von Hermannsschlag kommen nach Zepharovic kugelartige Concretionen vor, die aus zwei verschieden struirten Calotten gebildet werden. Die innere Zone besteht aus concentrischen, wie die Schaalen einer Zwiebel angeordneten Glimmerhüllen, die äussere dagegen aus radial gestellten Glimmerlamellen.

24. 1867 — *Kugelgranitsyenit*, Weiding bei Schönsee. Gümbel, Geognostische Beschreibung des Ostbayrischen Grenzgebirges, p. 288. (Absonderungsform).

25. 1872 — *Granit*, Norr Husby, Kamla soken, Wermland, Schweden. Von Post, Geol. Fören. i. Stockh. Förhandl. B. I, p. 33.

26. 1874 — *Granit*, Slättmossa, Kalmar Län, Jereda soken. Vom Rath, Sitzungsber. d. niederrheinischen Ges. 1874, p. 206.

27. 1876 — *Granit* von Clark's Peak, Medicine Bow Range (ist kein variolithisches Gestein). Zirkel, Micr. Petr. of the 40-th Par., p. 53 [1]).

28. 1878 — *Granit*, Craftsbury, Vermont, Ver. Staaten. Hawes, Report on the Geology of Vermont, vol. III, p. 190—120.

29. 1880 — *Granite*, Concretionen. J. A. Phillips, concretionary patches and fragments of other rocks contained in granite, Q. T. G. S. vol. XXXVI, p. 1 sq.

30. 1883 — *Granit* von Fonni, unweit Ghistorrai in Sardinien. Vom Rath (nach Lovisato), Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. 1883, p. 131.

31. 1884 — *Granit*, Slättmossa, Kalmar Län, Jereda soken, Schweden. Eichstädt u. Holst, Geol. Fören. i. Stockh. Förh. B. VII, p. 134.

32. 1884 — *Granit*, Rattlesnake Bar, Californien. Vom Rath, Sitzungsber. d. niederrh. Ges. 1. Dec. 1884.

33. 1884 — *Granit*, Fonni bei Ghistorrai, Sardinien. Lovisato, Rendiconti Acad. dei Lincei, vol. I, 1884—1885, p. 820.

1) Da dieses Vorkommen als classisches Beispiel für sphärolithisch struirte holokrystalline Gesteine galt und von allen Forschern, die über derartige Bildungen geschrieben haben, als solches citirt wurde, so war es natürlich, dass ich es aus eigener Anschauung kennen zu lernen wünschte. Ich wandte mich daher an den Herrn Direktor des U. S. Geological Survey, Professor Powell, mit der Bitte, mir womöglich ein Stückchen davon zu überlassen und erhielt darauf folgenden Brief, den ich aus den erwähnten Gründen, hier anführen zu müssen glaube: «Your letter addressed to the Geological Survey asking for a small specimen of rock from Clark's Peak in the North Park, has been referred to me. The specimen you ask for is № 106 of the collection of the Fortieth Parallel Exploration, described by Zirkel in his Microscopical Petrography, page 53. So far as I know I am the only geologist who has visited Clark's Peak, and I know of no other description of the region. You will find a few notes about the mountain on pages 97—98 in the Descriptive Geology of the same exploration. There is nothing in the specimen you mention which shows globulitic or concentric structure. Zirkel's description is in some respects misleading. There is nothing in the thin section which can be interpreted as spherulitic. The term used by Zirkel in describing the magnetite grains may have lead to error. «The size of a pea» might suggest that they are round bodies; on the contrary they are very irregular, angular patches of iron ore. very abundant. «The margin of a very finegrained mixture of quartz, feldspar and colorless mica» does not always completely surround the magnetite. It is more often quite irregularly distributed on one side and extends to angular patches, and is not in any way circular and is partially altered unstriated feldspar showing characteristic feldspar cleavage. The rock specimen and thin section show small colorless micas with a silvery lustre, but no biotite. The quartz corresponds to Zirkel's description. The specimen has been regarded by us simply as an interesting one on account of the great number of liquid inclusions contained in the quartz and at the time of Zirkel's study of this rock this phenomena had not been much investigated in this country. Notwithstanding that the rock is in no way globulitic or spherulitic, I would send you a small specimen if it were possible to do so without injuring the only specimen we have in the collection. It so happens that our specimen is not more than one and a half inches square. It is simply a quartz, feldspar and magnetite vein in the granite body. I am sorry that it is not what you want. If it was, it certainly would be interesting if it had anything like the structure which you are giving special attention to. (A. Hague).

34. 1885 — *Granit*, Craftsbury, Vermont, Ver. Staaten. Von Chrustschoff, Bull. Soc. Min. Fr. t. VIII, p. 138.

35. 1885 — *Granit*, Fonni bei Ghistorrai, Sardinien. Vom Rath, Sitzungsber. d. niederrh. Ges. 1885, p. 201.

36. 1885 — *Granit*, Vendée, Frankreich. Stan. Meunier, Bull. Soc. Min. Fr. t. VIII, p. 383.

37. 1885 — *Granit*, Fonni bei Ghistorrai, Sardinien. Lovisato, Rend. Acad. dei Lincei, Vol. I, 1885, p. 485.

38. 1886 — *Granit*, Fonni bei Ghistorrai, Sardinien. Lovisato, Rend. Acad. dei Lincei, vol. II, 1886, p. 507.

39. 1887 — *Granit*, Fonni bei Ghistorrai, Sardinien. Fouqué, Bull. Soc. Min. Fr. t. X, p. 57.

40. 1887 — *Granit*, Vasastaden bei Stockholm, Schweden. Brögger u. Bäckström, Geol. För. i. Stockh. Förh. B. IX, p. 307.

41. 1888 — *Granit*, Fonni bei Ghistorrai, Sardinien. Von Chrustschoff, Bull. Soc. Min. Fr. t. XI, p. 173.

42. 1888 — *Granit*, Mullaghderg, Donegal Co, Irland. Hatch, Q. I. G. S. № 175, p. 548.

43. 1888 — *Granit*, Fonni bei Ghistorrai, Sardinien. Lovisato, Rend. Acad. dei Lincei, vol. IV, p. 00.

44. 1889 — *Granit*, Kunnersdorf, Schlesien. Von Chrustschoff, Vortrag, Aprilsitzung 1889 der k. Min. Gesellsch.

45. 1891 — *Granit*, Wiwurk, Finnland. Frosterus, Finnische Geologische Landesanstalt.

ANHANG.

46. 1851 — *Granit* (Rappakiwi). Kutorga, Verh. d. K. Min. Ges. 1851, p. 308.

47. 1863 — *Granit* (Rappakiwi). H. Struve, die Alexandersäule u. d. Rappakiwi, Mém. de l'Acad. Imp. des Sc. de St. Pétersbourg, VII série, t. VI, № 4.

48. 1874 — *Rappakiwi*, Slatkowsky, Morpholog. u. genet. Unters. d. Bestandth. d. Rappakiwi, Verh. d. K. Min. Ges. B. 9, 1874, p. 107.

49. 1882 — *Granit* (Rappakiwi). Ungern-Sternberg, Unters. über d. finnländischen Rappakiwi, Inaugural-Dissertation, Leipzig 1882.

50. 1891 — *Rappakiwi*, Sederholm Tschermak's Min. u. Petr. Mitth. Bd. XII, Heft I, p. I.

Corsite, Diorite.

51. 1863 — *Corsit*, S. Lucia di Tallano bei Sartene, Corsica. Vogelsang, Sitzungsber. d. niederrh. Ges. 6. Aug. 1863.

52. 1866 — *Corsit*, Corsica. Zirkel, Lehrb. d. Petr. B. II, p. 133.

53. 1874 — *Kugeldiorit*, Poudrière, Auvergne. Von Lasaulx, Neues Jahrbuch 1874, p. 249.

54. 1882 — *Corsit*, Corsica. H. Reusch, Note sur la géol. de la Corse, Bull. Soc. Géol. Fr. t. XI.

55. 1882 — *Kugeldiorit*, Kolgostrow, Onega-See, Olonetzer Gouv. Von Helmersen, geolog. und physico-geograph. Beobacht. im Olonetzer Bergrevier. Beitr. z. Kennt. d. Russ. Reichs. 2. Folge, Bd. V, p. 205. (Diabas? wahrscheinlich nur Absonderungsform).

56. 1887 — *Kugelquarzdiorit*, Svartdal, Norwegen. J. Vogt, Norske ertsforekomster, Anden Räkke, p. 86 sq.

57. 1889 — *Diorit*, Stephansschacht bei Schemnitz (Absonderung u. kein variolith. Gestein). Von Chrustschoff, Vortrag, Aprilsitzung 1889 d. K. Min. Ges.

58. 1889 — *Dioritvariolith*, Carrabus, Sardinien. Von Chrustschoff, Vortrag, Aprilsitzung 1889 d. K. Min. Ges.

59. 1889 — *Corsit*, Rudnik, Serbien. Žujović, Ann. Géol. de la Pén. Balk. t. I, p. 119.

Gabbro.

60. 1877 — *Kugelgabbro*, Romsås, Norwegen. L. Meinich, Nyt Mag. för Naturvidenskab. B. XXIV, Heft 2.

Variolith (Diabas, Perldiabas).

61. 1850 — *Variolite*, Durance; A. Delesse, Mémoires sur la variolite de Durance; Annales des mines 1850, t. XVII, p. 116.

62. 1870 — *Diabase*, Harz; Em. Kayser, über die Contactmetamorphose der körnigen Diabase im Harz; Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. 1870, XXII, p. 103.

63. 1870 — *Diabase*, Voigtland; Th. Liebe, die Diabase des Voigtlandes und Frankenwaldes, Neues Jahrb. 1870, p. 1.

64. 1872 — *Spilosit* und *Desmosit*; A. Lossen, über Spilosit und Desmosit Zinken's, ein Beitr. zur Kennt. der Contactmetamorphose; Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. 1872, XXIV, p. 701.

65. 1874 — *Variolith*, Fichtelgebirge; Gümbel, die paläolithischen Eruptivgesteine des Fichtelgebirges, p. 31, München 1874.

66. 1875 — *Variolithe*; F. Zirkel, über die Struktur der Variolithe; Bericht d. Königl. sächs. Ges. d. Wiss. 21. Juli 1875.

67. 1876 — *Variolith*, Berneck, Fichtelgebirge; Gümbel, Neues Jahrbuch 1876, p. 46.

68. 1877 — *Variolite*, Durance; Michel-Lévy, Mémoires sur la variolite de la Durance; Bull. de la Soc. géol. de France, 1877, V (3), p. 232.

69. 1877 — *Variolite*, Durance; Michel-Lévy, structure et composition de la variolite de la Durance, Comptes Rendus 5 Février 1877.

70. 1878 — *Variolith*, Dorathal; E. Geinitz, Tschermak's Min. u. Petr. Mitth. Band I (neue Folge), p. 136.

71. 1879 — *Variolith*, Fichtelgebirge; Gümbel, geogn. Beschreib. des Königr. Bayern, Abth. III, geogn. Beschr. d. Fichtelgeb., p. 213.

72. 1882 — *Diabase* der Wieder Schiefer und ihre Contactbildungen im Blatte Harzgerode, Pansfeld und Wippra; A. Lossen, Erläut. zur geolog. Sp.-Karte von Preussen und den thüring. Staaten, Berlin 1882 u. 1883.

73. 1884 — *Variolith*, Jalguba; Löwinson-Lessing, über d. Variolith von Jalguba im Gouv. Olonetz; Tsch's Min. u. Petr. Mitth. VI (neue Folge), p. 281.

74. 1884 — *Variolithe* (Bildungsweise); Gümbel, Geologie von Bayern, p. 78.

75. 1885 — *Variolith*, Schönfels, Sachsen; Dalmer, Erläut. zur geolog. Sp.-Karte des Königr. Sachsen, Bl. 124, p. 25.

76. 1887 — *Variolithe*; Rosenbusch, Mikr. Physiogr. d. mass. Gesteine (2. Aufl.), p. 227.

77. 1888 — *Variolith*, Jalguba; Löwinson-Lessing, Олонецкая діабазовая формація; Труды Спб. Общества Естествоисп., т. XVIII, с. 165.

78. 1889 — *Variolithe*, Apenninen; de Stefani, le roccie eruttive dell'Eocene superiore nell'Apennino; Boll. Soc. Geol. Ital., vol. VIII, p. 223.

79. 1890 — *Variolith*, Mont Génèvre; C. A. J. Cole and J. W. Gregory, Qu. J. G. S., vol. XLVI (1890), p. 295.

80. 1890 — *Variolith*, Homertshausen; Brauns, Mineralien und Gesteine aus dem hessischen Hinterlande; Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., vol. XLI (1890), p. 502.

81. 1891 — *Variolitic* diabase of the Fichtelgebirge; Walter Gregory, Q. J. G. S., vol. XLVII, № 185, p. 45.

---

82. 1842 — *Feldspathsphärokrystalle*, Murzinka, Ural; G. Rose, Reise nach dem Ural. Berlin 1842.

83. 1890 — *Feldspathsphärokrystalle*, Murzinka, Ural; S. Glinka, die Russischen Albite.

I. Variolithischer Granit vom Altai (ohne andere Fundortangabe).

Im Museum des hiesigen Berginstituts befindet sich eine Stufe eines prachtvollen Kugelgranits mit der leider unvollständigen Localitätsangabe «vom Altai». In einem mittelfeinkörnigen ziemlich frischen, grauen Granitteig liegen dicht aneinandergepackt 12—17 Ctm. grosse sphäroidale Gebilde, die etwa $^5/_6$ des Gesteinkörpers ausmachen. Die Sphäroide brechen beim Zerschlagen des Gesteins ziemlich leicht heraus und hinterlassen ziemliche glatte Abdrücke; vom Sphäroid selbst lösen sich mehr oder weniger leicht eine Anzahl concentrischer Callotten zwiebelschaalenartig ab. Auf einer durch den Mittelpunkt des Kugelgebildes gehenden angeschliffenen Fläche kommen folgende Verhältnisse zum Ausdruck: Sphäroide und der Granitteig grenzen scharf gegeneinander, d. h. sie berühren sich in einer scharf markirten Linie; ihr Durchschnitt ist nur selten annähernd kreisförmig, vielmehr stellen sie gewöhnlich unregelmässige Polygone mit stark abgerundeten Ecken dar; der Granitteig umgiebt dieselben selten allseitig und daher berühren sie sich oft unmittelbar, wobei dann die stärker hervorragenden Ecken der einen Variole in die zunächstliegende, in der Weise etwa, wie Geschiebe in gepressten Conglomeraten, hineingepresst erscheinen (Tafel I).

Der Granitteig besteht makroskopisch aus gelblichem und weissem, oft deutlich idiomorphem Feldspath, grauem zwischen den Feldspäthen steckenden und daher allotriomorphen Quarz und einem schon im Handstück zersetzt aussehenden dunklen Glimmermineral.

Die Variolen werden von aussen nach innen aus folgenden scharf differenzirten zwiebelschaaligen Calloten und einem inneren Kern aufgebaut:

I. Eine scharf gegen den Granit abgegrenzte, gewöhnlich 5—6 mm. breite, hie und da aber auch auf $^1/_2$ mm. zusammenschrumpfende, sogar stellenweise ganz verschwindende, dunkle Zone. Bei genauer Betrachtung mit der Loupe bemerkt man, dass dieselbe aus einer scheinbar homogenen Feldspathmasse besteht, worin durch längliche und runde dunkle Körner noch etwa 10—12 feinere concentrische Bänder markirt sind. In den 4—5 breiteren peripherischen Zonen stehen die opaken Einschlüsse weniger gedrängt und senkrecht mit ihren Längsaxen auf der Peripherie.

II. Eine 6—7 mm. breite homogen aussehende hellgrau pellucide, zum Theil wolkig trübe Zone feldspäthiger Natur.

III. Eine 3—4 mm. breite aus mehreren concentrischen dunkleren Lagen gebildete Zone von derselben Beschaffenheit wie I; dieselben kommen durch Anhäufung dunkler Einschlüsse in der Feldspathmasse zu Stande und sind nach innen scharf abgegrenzt, nach aussen abschattirt.

IV. Eine 3—4 mm. breite, nach innen zu durch eine scharfe Linie dunkler Partikel abgegrenzte Zone von derselben Beschaffenheit wie II.

V. Hierauf folgt eine 40—45 mm. breite, aus einer durchaus homogen aussehenden hellgrauen, stellenweise wolkig trüben Feldspathmasse bestehende Zone, worin man keine weitere Differenzirung wahrnimmt.

Kern. Den centralen Kern der Kugel bildet eine unregelmässige, von der letzten Zone nicht scharf abstechende Partie, die aus Feldspath, etwas Quarz und ziemlich viel jener dunklen Einschlüsse besteht; Gefüge granitisch körnig. Bei Berührung der Sphäroide erscheinen die peripherischen Zonen stark gebogen und verquetscht.

Während sich die äusseren dünneren Zonen in Form von zwiebelschaaligen Calotten sehr leicht abzulösen pflegen, spaltet sich der makroskopisch homogen erscheinende innere Theil mit einiger Schwierigkeit in 2—3 Calotten und einen compakten Kern; aus dem Kern (in dessen Mitte sich die eugranitische Partie befindet) und den inneren gleichartig compacten Calotten lassen sich mitunter krystallonomisch begrenzte Spaltstücke gewinnen.

In einigen Cavernositäten (wahrscheinlich unausgefüllte miarolithische Räume innerhalb der granitisch-körnigen centralen Partie) wurden mehrmals zierliche, violette Flussspathwürfel beobachtet.

Die homogene feldspathige Calotte V scheint sich besonders häufig nach drei wiederkehrenden Richtungen zu spalten, von welchen zwei fast senkrecht aufeinander und auf dem Centrum, die dritte parallel der Peripherie der Sphäroide geht. Die Richtungen entsprechen beiläufig, wie wir weiter unten sehen werden, P (001), M (010) und oscillatorisch der Primenzone. Die Spaltflächen nach den zwei ersten Richtungen sind mehr oder weniger wellig gewunden, doch stellenweise eben; nach der dritten dagegen ganz rauh und convex.

Mikroskopische Zusammensetzung des Granitteigs.

Primäre Gemengtheile	Wesentliche . .	Quarz (q) Orthoklas (a_1) Plagioklas (t) Biotit (M)
	Accessorische. .	Mikroklin (d) $= (a_4)$ Mikroperthit Magnetit (F_1) Apatit (F_5) Zirkon (F_6)
Secundäre Gemengtheile		Epidot Muskovit Grünes Zersetzungspr. d. Biotits (*Chlorit*) Körniges farbloses Zpdkt d. Biotits.

Die recipoken Verhältnisse dieser Gemengtheile sind nicht mit wünschenswerther Deutlichkeit ausgeprägt; folgende graphische Tabelle giebt die wesentlichen Momente der Paragenesis wieder:

	Primär:			Secundär:
Zirkon	—			
Apatit	—			
Magnetit. . . .	—			
Plagioklas. . .	. —	—	. . .	. . . Muskovit.
Biotit.	. .	. —	. . .	. . { Epidot. Muskovit. Chlorit.
Orthoklas . . .	. .	. —	—	. . . Muskovit.
Quarz	. .	—	—	

Die Ausscheidungsfolge scheint hier etwas ungewöhnlich zu sein, denn der Biotit kommt erst zwischen dem Plagioklase und Orthoklase zur Individualisation; demnach verhält sich der Plagioklas ihm gegenüber in der Regel als idiomorph, der Orthoklas dagegen meist als allotriomorph, doch findet man gelegentlich auch in grossen Biotitpartien idiomorphe Orthoklase eingebettet. Die Struktur ist eine durchaus körnige, eugranitische.

Nach der neuen Schreibweise ist das Gestein folgendermaassen zu schreiben:

$$\Gamma\alpha - \overline{(F_{\dot{1}\cdot\dot{5}\cdot\dot{6}})\, t_1}\, \underline{M\, a_1 . \dot{d}\, q.}$$

Plagioklas. Grosse tafelige Individuen nach M (010), viel schmäler in der Richtung der Klinodiagonale, woran man sonst noch Andeutungen von P (001), t (110), l ($\bar{1}$10), y ($\bar{2}$10) oder x (101) zu identificiren vermag; die Lamellen sind mittelbreit und nach dem Albitgesetze verzwillingt. Beide Spaltbarkeiten P (001) und M (010), sowie manchmal eine prismatische vorhanden. Auslöschung stets gering: in basischen Schnitten bis 3° in Schnitten nach M (010) grösser bis 9°. Differenz $\alpha - \gamma = 0.008$; demnach wohl ein Glied der Oligoklasreihe. Die Umwandlung beginnt in der Weise, dass sich die pellucide Masse in Folge von Anhäufung eines grauen Staubes trübt und wolkig wird; später entwickeln sich darin in grossen Mengen Fasern und Fetzen eines farblosen, lebhaft polarisirenden Glimmerminerals und die Zwillingslamellirung wird nach und nach gänzlich maskirt.

Orthoklas (Mikroperthit, Mikroklin). Fast isometrische, abgerundete und allotriomorphe Durchschnitte. Gewöhnlich frischer als Plagioklas, nur stellenweise findet auch hier Anhäufung staubartiger Produkte statt. Spaltbarkeit undeutlich. Bei gekreuzten Nicols erkennt man folgende Strukturverhältnisse: a) in einer homogen einheitlich auslöschenden Masse liegen äusserst schmale, kurze und längliche, meist etwas gebogene Körperchen; ihre Vertheilung ist höchst unregelmässig; b) kurze und längliche Einschlüsse reihenweise in subparalleler Anordnung; c) unregelmässige, deutlich mikroklinartig struirte Partien, an welchen

man jene neulich von Sabersky[1]) mitgetheilten Verhältnisse mitunter recht gut wahrzunehmen vermag; in gewissen Schnitten sehen wir die linsenförmigen Mikroinindividuen, in anderen ein rechtwinkeliges Gitter, welches offenbar in der von Sabersky angedeuteten Weise zu Stande kommt[2]). In Folge der mannigfaltigen Strukturen einzelner Partien, sowie der sehr verworrenen perthitrischen Durchwachsung, geben solche Durchschnitte meist eine geflammte oder undulöse Auslöschung. Der Orthoklas ist im Allgemeinen auffallender Weise frischer als die anderen Feldspäthe; nach Form und sonstigen Eigenschaften unterscheidet er sich durch nichts von den gewöhnlichen granitischen Orthoklasen.

Die Trübungen im Feldspath lösen sich bei starken Vergrösserungen in Anhäufungen von Kaolinpartikeln sowie Gebilden auf, die wohl nicht anders als Flüssigkeitseinschlüsse zu deuten sind.

Quarz. Der stets allotriomorphe Quarz zeigt eine Reihe von Erscheinungen, die auf Druckwirkungen zurückgeführt werden müssen. Dieselben entwickeln sich folgendermaassen:

I. Das noch homogen polarisirende Quarzkorn zeigt nur eine undulöse Auslöschung.

II. Der anscheinend homogene Durchschnitt zerfällt in mehrere, meist stengelige Individuen, die bei gewissen Stellungen bei gekreuzten Nicols geringe Farbenunterschiede aufweisen; die Trennungslinie zwischen denselben ist eine scharfe.

III. Zwischen diesen beiden Extremen tritt eine, so viel ich mich erinnere, nocht nicht beschriebene, Strukturmodification auf; am ehesten lässt sich dieselbe noch mit Mikroklingittern vergleichen: zwei subparallele, im Allgemeinen geradlinige Lamellensysteme schneiden sich unter beiläufig 105° respective 75° und bilden somit ein schiefwinkeliges Gitterwerk. Die Lamellen sind am deutlichsten sichtbar etwa 20°—25° vor dem Dunkelwerden des Durchschnittes, der sodann einheitlich auslöscht (Tafel II, Fig. 8). In der Regel ist nur ein Lamellensystem vorhanden; in diesem Falle pflegen die feinen Lamellen senkrecht auf den Trennungslinien der unter geringen Farbenunterschieden auslöschenden Quarzstengel zu stehen. Viel seltener habe ich folgende Bildung beobachtet: einige Grade von der einheitlichen Auslöschung der Quarzpartie erscheinen darin helle, scharf geradlinig begrenzte, plagioklasartige Lamellen von verschiedener Breite; diese unterscheiden sich von dem umgebenden, mitunter undulös auslöschenden Wirthe durch eine etwas hellere Nuance und sind oft unter einem Winkel von circa 105° schief abgeschnitten[3]). Er führt massenhaft leere und fluidale Poren, scharf hexagonale Biotitmikrolithe, Apatitsäulchen und Zirkone.

Biotit und Muskovit. Magnesiaglimmer tritt in unregelmässigen Putzen auf; intensiv pleochroitisch:

$\parallel$ c schwarz, $\parallel$ b dunkelbraun, $\parallel$ a gelbbraun;

---

1) Sabersky, Mineralog.-petrogr. Unters. argentinischer Pegmatite. Neues Jahrb. Beil. B VII, p. 359 sq.

2) l. c. Taf. Fig. 10, 11.

3) Eine ähnliche Erscheinung habe ich bei einem offenbar gefritteten Quarze beschrieben, ein Umstand, auf welchen wir weiter unten bei der Discussion über die Genesis der Kugelgesteine wieder zurückkommen werden. Vergl. K. von Chrustschoff, Ueber den Granit vom Monte Mulatto (Predazzo). Neues Jahrbuch 1885. B. II, p. 71. Taf. IV. Fig. 2.

Absorbtion c > b > a; Differenz $\alpha - \gamma = 0.045$. Meist stark zersetzt; bei Zersetzung bekommt er ein schmutziges und ein erdig opakes Ansehen oder es schieben sich zwischen die Fasern spindelförmige Partien verschiedenfarbiger Produkte ein, die dreierlei Substanzen angehören: 1) farblos körnig oder faserig, einheitlich auslöschend oder aggregatpolarisirend; Differenz $\alpha - \gamma = 0.042$, Muskovit; in solchen Einschlüssen stehen nach Art der Axiolithe die Fäserchen senkrecht auf der Längsaxe. 2) dichroitisch, || der Längsrichtung citronengelb, senkrecht, dazu farblos; lebhafte Interferenzfarben grün-roth-blau II-ter und III-ter Ordnung; schiefe Auslöschung; Differenz $\alpha - \gamma = 0.032$ = Epidot. 3) körniges Gemenge von Epidot und Muskovit.

Apatit ist verhältnissmässig seltener als in anderen Graniten; er stellt kurze, gedrungene, einschlussfreie Säulchen dar.

Zirkon selten; fast farblos oder gelblich; rein granitischer Typus; kurz- und langprismatisch, verschiedenartig verzerrt, nach (111), (110) (100) (311); entweder treten alle Formen an einem Krystall oder nur eine einzige und zwar gleichmässig und ungleichmässig, oben oder unten, rechts oder links auf. Meistens aber herrschen (111) (110) oder (100) vor, während die übrigen Flächen untergeordnet auftreten. Zonaler Aufbau selten und dann sind nur 4—5 nicht besonders scharfe Zonenstreifen mit abgerundeten Ecken vorhanden. *Dimensionen:* grösster beobachtete Krystall 0.25 mm. lang, 0.08 mm. breit, 0.04 mm. dick; durchschnittlich 0.10 mm. lang, 0.035 mm. breit und 0.03 mm. dick. *Interpositionen:* dunkle Körner und Einschlüsse mit unbeweglichen grossen Bläschen, wohl Glasporen[1]).

Magnetit aussergewöhnlich selten in Form von rundlichen Körnern.

Die Bauschanalyse ergab folgende Resultate:

Analysen:	I. Volum-Gewicht 2.6481 (18.5° C.).	Ia. Granitporphyr, Kirche Wang, Schlesien [2]).
Kieselsäure	68.27	66.57
Thonerde	15.59	15.59
Eisenoxyd }	2.13	0.37
Eisenoxydul }		4.25
Kalk	1.93	1.85
Magnesia	1.19	1.88
Natron	3.21	3.69
Kali	5.37	5.27
Glühverlust	1.56	0.62
Summa:	99.25	100.09

1) Vergl. von Chrustschoff, Beitr. z. Kenntniss d. Zirkone in Gesteinen; Tsch's Mineralog. u. Petrograph. Mittheilungen, B. VII (neue Folge), Taf. VIII, Fig. 16.

2) Vergleichshalber angeführt; O. Jung, Zeitschr. d. D. Geolog. Gesellsch. Band XXXV (1883), p. 830.

Berechnung der Analyse I.

Analyse I.			Sauerstoff.		Elemente.			Atomverhältniss.			
Kieselsäure	68.27	=	36.410	+	Si	31.860	=	1.1378			1.6505
Thonerde	15.59	=	7.266	+	Al	8.324	=	0.3021	0.3309		
Eisenoxyd	2.13	=	0.631	+	Fe	1.500	=	0.0288			
Kalk	1.93	=	0.552	+	Ca	1.378	=	0.0344	0.0641	0.1818	
Magnesia	1.19	=	0.476	+	Mg	0.714	=	0.0297			
Natron	3.21	=	0.828	+	Na	2.382	=	0.1035	0.1177		
Kali	5.37	=	0.914	+	K	4.456	=	0.1142			
					O	47.077	=	2.9423			

Sauerstoff der Kieselsäure 36.410
» » Sesquioxyde 7.897
» » Monoxyde 2.770

Sauerstoffverhältniss = 36.410 : 7.897 : 2.770

$$= \frac{2.770 + 7.897}{36.410} = 0.300$$

Sauerstoffquotient (Roth) = 0.300
Atomverhältniss = 1.6505 : 2.9423 =

$$\text{Atomquotient} = \frac{1.6505 \text{ Summe der Atomquotienten der Metalle}}{2.9423 \text{ Atomquotient des Sauerstoffs.}}$$

= 0.561.

Analyse I a.			Sauerstoff.		Elemente.			Atomquotienten.				
Kieselsäure	66.57	=	35.510	+	Si	31.060	=	1.1093				1.8308
Thonerde	15.59	=	7.266	+	Al	8.324	=	0.3027	0.3073		0.7215	
Eisenoxyd	0.37	=	0.111	+	Fe	0.259	=	0.0046				
Eisenoxydul	4.25	=	0.944	+	Fe	3.308	=	0.0600	0.1396	0.4142		
Kalk	1.85	=	0.529	+	Ca	1.321	=	0.0330				
Magnesia	1.88	=	0.752	+	Mg	1.128	=	0.0466				
Natron	3.69	=	0.951	+	Na	3.740	=	0.1626	0.2746			
Kali	5.27	=	0.897	+	K	4.373	=	0.1120				
Glühverlust	0.62				O	46.960	=	2.9340				
Summa:	100.09											

Sauerstoff der Kieselsäure 35.510
» » Sesquioxyde 7.377
» » Monoxyde 4.073

Sauerstoffverhältniss: 35.510 : 7.377 : 4.073

$$= \frac{7.377 + 4.073}{35.510} = 0.323 \text{ Sauerstoffquotient (Roth)}$$

$$\text{Atomverhältniss: } 1.8308 : 2.9340 = \frac{1.8340 \text{ Summe der Atomquotienten der Metalle}}{2.9340 \text{ Atomquotient des Sauerstoffs.}}$$

Atomquotient = 0.624.

Variolen [1].

Kern.

Die innerste centrale, körnige Partie, um welche herum sich alle folgenden Zonen legen, stellt mikroskopisch folgendes vom Granitteig etwas verschiedenes Gemenge dar:

Mikroskopische Zusammensetzung:

Primäre Gemengtheile . .	Wesentliche . .	Orthoklas (a_1).
		Plagioklas (t).
		Biotit (M).
	Accessorische. .	Quarz (q).
		Mikropegmatit (Mpg).
		Apatit (F_5).
		Zirkon (F_6).
		Magnetit (F_1).
Secundäre Gemengtheile.		Muskovit.
		Epidot.
		Chlorit.

Die Paragenesis ist hier eine etwas andere als im Granitbindemittel: idiomorphe Zirkon, Apatit, Magnetit gehören wie immer zu den primordialen Elementen; darauf scheiden sich idiomorpher Biotit, dann hypidiomorphe Feldspäthe (Orthoklas + Plagioklas) aus und zuletzt erstarrt als letzter Mutterlaugenrest der Quarz mit wenig Mikropegmatit. Die Struktur ist eine typisch eugranitische, nach Rosenbusch hypidiomorph-körnige und nach Michel-Lévy «structure granitique franche». Folgende graphische Darstellung versinnlicht das eben Gesagte noch besser:

1) Schematisirter Durchschnitt, Taf. II, Fig. 3.

	Primär:			Secundär:
Zirkon	—			
Apatit	—			
Magnetit. . . .	—			
Biotit.	. —	. . . .	. . . .	Epidot. Muskovit.
Plagioklas . . .	. .	——	. . . .	. . Muskovit.
Orthoklas . . .	. .	. ——	—— .	
Mikropegmatit	. .	. . .	. —	
Quarz.	. .	. . .	. —	Epidot, Chlorit.

Vermittelst Formeln drückt sich das Mineralgemenge folgendermaassen aus:

$$\Gamma\underset{\gamma}{\alpha} - \overline{(F_{\dot{1}\cdot\dot{5}\cdot\dot{6}})\,M\,\dot{t}}\,\underline{a_1 + (\dot{M}pg + \dot{q})}.$$

Offenbar ist somit der granitisch struirte Kern, der als Ansatz für die folgende Zonenbildung gedient hat, von einer anderen Beschaffenheit, als der die Variolen umgebende Granitteig. Zunächst fällt die Armuth an freier Kieselsäure, dann das Vorherrschen des monosymmetrischen Feldspath's und Magnesiaglimmers und endlich die Ausscheidungsfolge in's Auge. Dort hatten wir Plagioklas, Biotit, Orthoklas, hier Biotit, ausserordentlich seltenen Plagioklas, Orthoklas; Mikroperthit und Mikroklin fehlen gänzlich.

Die Bauschanalyse dieses eugranitischen Kernes ergab folgende Resultate:

Analysen II und I [1]).

	II	I
Volum-Gewicht:	2.664 (15° C.)	2.6481 (18.5° C.).
Kieselsäure	65.57	68.27
Thonerde	17.46	15.59
Eisenoxyd } Eisenoxydul }	4.15	2.18
Kalk	2.49	1.93
Magnesia	2.53	1.19
Natron	2.14	3.21
Kali	4.23	5.37
Glühverlust	1.26	1.56
Summa:	99.83	99.27

1) Vergleichshalber angeführt.

Berechnung der Analyse II.

Analyse II.			Sauerstoff.		Elemente.			Atomquotienten.				
Kieselsäure	65.57	=	34.970	+	Si	30.600	=	1.0930			. . . .	1.7019
Thonerde	17.46	=	8.136	+	Al	9.324	=	0.3427	0.3767		0.6089	
Eisenoxyd	4.15	=	1.245	+	$\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Fe}}$	1.905	=	0.0340				
Kalk	2.49	=	0.711	+	Ca	1.780	=	0.0445	0.1077	0.2322		
Magnesia	2.53	=	1.012	+	Mg	1.518	=	0.0632				
Natron	2.14	=	0.550	+	Na	1.590	=	0.0345	0.1245			
Kali	4.23	=	0.720	+	K	3.510	=	0.0900				
					O	47.344	=	2.9600				

Sauerstoff der Kieselsäure 34.970
» » Sesquioxyde 9.381
» » Monoxyde 2.993

$$\text{Sauerstoffverhältniss} = 34.970 : 9.381 : 2.993$$

$$= \frac{9.381 + 2.993}{34.970} = 0.359$$

Sauerstoffquotient (Roth) demnach = 0.359

$$\text{Atomverhältniss} = 1.7019 : 2.9600$$

$$= \frac{1.7019 \text{ Summe der Atomquotienten der Metalle}}{2.9600 \text{ Atomquotient des Sauerstoffs}} = 0.544$$

Atomquotient demnach = 0.544.

Plagioklas nur in zwei Fällen beobachtet; idiomorph, breit tafelförmig, meist in derselben Weise zerzetzt wie im Granit; die sehr maskirten, feinen Zwillingslamellen (nach dem Albitgesetze) weisen eine stets sehr geringe Auslöschung auf, so dass auch hier ein Glied der Oligoklasreihe vorliegen mag.

Orthoklas; isometrische grosse Felder, die sich gegenseitig an geradliniger Entwickelung verhindern i. e. ein eugranitisches Gefüge. Nur dem Quarz gegenüber nehmen sie naturgemäss eine geradlinige Begrenzung an. Viel weniger zersetzt als Plagioklas, theilweise noch völlig wasserklar. Die Umwandlung giebt sich durch Trübungen, d. h. Anhäufung von staubigen Partikeln und Muskovitfasern kund. In klinopinakoidalen Schnitten findet man zuweilen Andeutungen der Theilbarkeit nach P (001). Auslöschung theils gerade zu einem der geradlinigen Elemente, theils bis zu 8° zur Trace von P (001) auf M (010). Zwillingsverwachsungen nach dem Carlsbader Gesetze nicht selten. In etlichen Individuen sind hie und

da ganz feine, vereinzelte, unter sehr geringen Schiefen auslöschende Lamellen plagioklastischer Natur eingewachsen. Differenz $\alpha - \gamma = 0.007$. Interpositionen: winzige leere und fluidale Poren. Dieser vermittelst Kaliumquecksilberjodid mit grosser Sorgfalt isolirte Orthoklas wurde analysirt und ergab folgende Resultate:

Analyse III.

Volum-Gewicht bis 15° C.: 2.567.

			Sauerstoff.		
Kieselsäure	65.13	=	34.736	....	46.346
Thonerde	18.69	=	8.710	8.750	
Eisenoxyd	0.31	=	0.040		
Kalk	Spur	=	—		
Magnesia	0.20	=	0.080	2.860	
Natron	1.27	=	0.334		
Kali	14.37	=	2.446		
Glühverlust	0.54				
Summa:	100.51				

Si	=	30.894	=	1.0855	....	1.8053
Al	=	9.980	=	0.3630	0.3678	
$\overset{\text{III}}{\text{Fe}}$	=	0.270	=	0.0048		
Mg	=	0.120	=	0.0050	0.3520	
Na	=	0.944	=	0.0410		
K	=	11.924	=	0.3060		
O	=	46.346	=	2.8966		

Sauerstoff der Kieselsäure 34.736
» » Sesquioxyde 8.750
» » Monoxyde 2.860

Sauerstoffverhältniss: 34.736 : 8.750 : 2.860

$$= \frac{8.750 + 2.860}{34.736} = 0.337 \text{ Sauerstoffquotient.}$$

oder:

1.8053 : 2.8966, d. h.

$$= \frac{1.8053 \text{ Summe der Atomquotienten der Metalle}}{2.8966 \text{ Quotient des Sauerstoffs}} = 0.0624$$

Atomquotient = 0.624.

Quarz. Einige wenige unregelmässige Räume zwischen und im Feldspath sind mit Quarz ausgefüllt, in welche idiomorph begrenzte Orthoklaspartien hineinragen und worin idiomorphe Biotite schwimmen, so dass man an Ausfüllung miarolithischer Räume zu denken geneigt ist. Derselbe zeigt bald einheitliche, bald undulöse Auslöschung und seltener auch eine Zertrümmerung in von einander wenig verschieden orientirte Körner. Oefters sind einheitlich auslöschende Partien von einem Netz sehr unregelmässiger, nur im polarisirten Licht zum Ausdruck gelangender Risse durchzogen, worin eine schwach doppelbrechende, zum Theil mosaikartig aussehende Substanz steckt. Führt zahlreiche in subparallelen Zügen gruppirte, winzige, leere und fluidale Poren.

Mikropegmatit. Aeusserst selten ersetzt den Quarz ein wenig Mikropegmatit; gewöhnlich sind kleine an Quarz grenzende Orthoklaspartien schriftgranitartig von diesem durchwachsen.

Biotit. Der hier durchweg idiomorphe im Feldspath und Quarz schwimmende Magnesiaglimmer besitzt im Allgemeinen denselben Charakter wie im Granitbindemittel; grösstentheils in dunkelbraune, fast impellucide, erdige Massen und Epidot umgewandelt; in Längsschnitten erscheinen die Lamellen häufig mechanisch deformirt, d. h. geknickt, gebogen, gestaucht. Führt hie und da Apatit.

Epidot. Die Epidotisirung des Magnesiaglimmers geht folgendermaassen vor sich: zwischen den Biotitfasern entstehen zuerst kleine unregelmässige Epidotausscheidungen, die sich auf Kosten des Wirthes allmählig vergrössern, bis das ganze Glimmerindividuum in einen einheitlichen compakten Epidotkrystall mit geradliniger Begrenzung umgewandelt erscheint. Die völlig selbständigen Epidotkörner sind sämmtlich in dieser Weise entstanden. Spaltbarkeit nach (001) und (100) unter etwa 116°; schwach pleochroitisch:

$\| \mathfrak{c}$ gelblichgrün, $\| \mathfrak{b}$ citronengelb, $\| \mathfrak{a}$ farblos,

Absorbtion $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$; Interferenzfarben hoch: grün-roth-blau III-ter und IV-ter Ordnung; Maximalauslöschung 29°; Brechungsindex 1.75; Differenz $\alpha - \gamma = 0.046$; opt. Charakter negativ.

Apatit. Sehr seltene, kurz gedrungene, abgerundete Säulchen und mitunter auch schlanke feine Nädelchen von etwa 0.2 mm. Länge bei einer Dicke von nur 0.01 mm.

Magnetit. Sehr selten kommen in allen Gemengtheilen winzig kleine opake Körner vor.

Zirkon. Obgleich es sehr fraglich war, ob es mir aus den wenigen mir zu Gebote stehenden Material Zirkon zu isoliren gelingen werde, unterzog ich mich dennoch dieser zeitraubenden Prozedur und zwar mit günstigem Erfolg. Etwa 6 Gramm des eugranitisch struirten Kernes wurden in bohnengrosse Stücke zerschlagen und mit concentrirter Flusssäure solange behandelt, bis alles zersetzt aussah; mit verschiedenen Säuren wurde sodann alles, was sich löslich erwies, entfernt und es blieben zuletzt etwa 5 Stück fast unversehrte lichtgelblichbraune Zirkonkryställchen übrig. Dieselben besitzen ganz entschieden keinen granitischen Typus, sondern nähern sich im Allgemeinen dem Gneiss- oder Granulittypus.

Spitz pyramidal mit ein wenig abgerundeten Ecken und Kanten, doch treten die Formen noch ganz deutlich hervor. Nach (111) (110) (100) (311) und zwar ist (311) vor allen anderen Flächen vorherrschend. (111) wenig entwickelt oder fehlend, (110) und (100) im Gleichgewicht oder (100) etwas breiter als (110); der pyramidale Complex macht $^2/_3$ des Krystalles aus. Alle Krystalle sind zonar struirt; die zahlreichen, haarscharfen, den äusseren Umrissen conformen Zonenstreifen häufen sich mitunter so sehr, dass der Krystall fast impellucid zu werden vermag. *Interpositionen:* die meisten Individuen beherbergen einen centralen grossen oder mehrere kleinere, runde oder ovale opake Einschlüsse; anscheinend leere schlauchartige Hohlräume. *Dimensionen:* grösster Krystall 0.10 mm. lang, etwa 0.05 mm. dick; durchschnittlich 0.07 mm. lang, 0.05 mm. breit und dick.

I-te Calotte.[1]

Die erste Schaale[2]) besteht mikroskopisch aus grossen, gedrungenen einheitlichen Orthoklasindividuen mit Orthoklaszwischenmasse. Orthoklaskrystalle gestreckt nach der Klinodiagonale, isometrisch nach den zwei anderen Axen. Sämmtliche Krystalle stehen mit ihren Klinoaxen annähernd radial auf dem virtuellen Centrum des Kugelgebildes, die Neigung der anderen Axen in verschiedenen Individuen wechselt von einem Individuum zum anderen, so dass Drehungen nach beiden Seiten constatirt werden konnten. Die Krystalle besitzen daher nur eine homologe Richtung, d. h. ihre Klinoaxen entsprechen beiläufig den Radien und sind Drehungsaxen. Hier wird der Raum in der Weise ausgefüllt, dass sich in den zwischen den Krystallen freigelassenen Räumen ebenfalls einheitliche Orthoklasmasse[3]) abgesetzt hat, in welche sie mitunter mit idiomorpher Begrenzung hineinragen. Die Einzelindividuen sind hier so gross, dass es mitunter gelingt, daraus Spaltstücke nach P (001), M (010) und oscillatorisch nach der Primenzone (vielleicht auch nach dem Orthopinakoid?) zu gewinnen. In Dünnschliffen nach P (001) sieht man Andeutungen der Theilbarkeit nach M (010) und in solchen nach M (010) diejenige nach P (001) und einem der Hemiprismen; diese Spaltrisse verlaufen selten geradlinig, sondern meist wellig und nur annähernd parallel.

Die Auslöschung beträgt in Spaltblättchen nach P (001) gegen die angeschlagene Kante (001):(010) 0, in solchen nach M (010) gegen dieselbe Kante (010):(001) bis 10°. Selbst in sehr dünnen Schliffen ungewöhnlich hohe Interferenzfarben: schön gelbbraun I-ter Ordnung; Brechungsindex 1.523; Differenz $\alpha - \gamma = 0.0095$; optischer Charakter negativ; Dispersion $\rho > \upsilon$.

Interpositionen: prachtvoll idiomorphe, zonar struirte und mit dem Wirthe gleichorientirte monokline Feldspathe nach P (001) M (010) l (110); Trübungen lösen sich, bei starker

1) Vgl. Taf. II. Fig. 3. Schematischer Durchschnitt.

2) Von innen nach aussen, d. h. die erste, dem granitischen Kern zunächst umgebende Zone.

3) Dieselbe ist mit den Krystallen fast, aber nicht ganz parallel verwachsen, so dass man sie leicht zu unterscheiden vermag.

Vergrösserung, bald in Anhäufungen leerer und gelegentlich wohl auch fluidaler Poren, bald in blättrige und faserige Substanzen, sowie unbestimmbare Infiltrationen auf; die eigentliche Feldspathmasse ist jedoch völlig wasserklar. Ganz feine farblose Belonite (Apatit?); Zirkonkryställchen; Chlorit- und Epidotkörner. — Auch hier sind intensive mechanische Deformationen wahrzunehmen: grobe kataklasartige Risse, undulöse Auslöschung, Zertrümmerung in viele nicht simultan dunkel werdende Partien u. s. w. Die chemische Analyse, wozu nur sorgfältig unter dem mit Nikols versehenen Präparirmikroskop[1]) ausgelesenes, völlig klares Material zur Verwendung kam, gab folgende Resultate:

Analyse IV.

Volum-Gewicht bei 14° C.: 2.575.

			Sauerstoff.			
Kieselsäure	66.02	=	35.210			
Thonerde	18.79	=	8.756			11.5880
Eisenoxyd	Spur		—			
Kalk	0.15	=	0.043	0.073	2.832	
Magnesia	0.13	=	0.050			
Natron	2.24	=	0.580	2.759		
Kali	12.80	=	2.179			
Glühverlust	0.64					
Summa:	100.27					

Sauerstoff der Kieselsäure 35.210
» » Sesquioxyde 8.756
» » Monoxyde 2.852

Sauerstoffverhältniss:

$$35.210 : 8.756 : 2.832 = \frac{8.756 + 2.832}{35.210} = 0.329 \text{ Sauerstoffquotient (Roth).}$$

Si	=	30.810	=	1.0004				1.7057
Al	=	10.037	=	0.3650			0.7053	
Ca	=	0.108	=	0.0027	0.0060	0.3403		
Mg	=	0.080	=	0.0033				
Na	=	1.662	=	0.0723	0.3343			
K	=	10.210	=	0.2620				
O	=	46.818	=	2.9070				

1) Vergl. von Chrustschoff, Note sur une inclusion d une encrite etc. etc. Bull. Soc. Fr. de Minéralogie t. X, p. 331 sq. 1887

Demnach ist das Atomverhältniss: 1.7057 : 2.9070

$$= \frac{1.7057 \text{ Summe der Atomquotienten der Metalle}}{2.9070 \text{ Atomquotient des Sauerstoffs}}$$

$$= 0.586 \text{ Atomquotient.}$$

II-te Calotte.[1]

Grosse, polysynthetische Individuen: gestreckt nach der Klinodiagonale, nach den zwei anderen Axen isometrisch gedrungen; dieselben liefern meist geradlinig begrenzte sehr complicirte Durchschnitte, an welchen man P (001) M (010) t (110) l ($\bar{1}$10) y ($\bar{2}$01) x ($\bar{1}$01) und vielleicht auch a (100) ableiten kann. Sie greifen mannigfaltig mit ein- und ausspringenden Winkeln zahnartig ineinander. Innerhalb einer jeden häufig tief in das nächstliegende hineinragenden Lamelleninindividuum sind die Lamellen nach dem Albitgesetze verzwillingt und natürlich parallel; die Zwillingslamellen des nächstliegenden Complexes schneiden die des ersteren unter gewissen mit der Entfernung davon zunehmenden Winkeln; die Anzahl der Lamellen nimmt in jedem Krystalloid stetig von innen nach der Peripherie hin zu; die Klinodiagonalen entsprechen mehr weniger den Radien, doch finden auch hier Wendungen um diese Axe statt; wahrscheinlich in Folge dieser homologen Orientirung gelingt es mitunter von dieser Calotte noch mehr oder weniger dicke concentrische Schalentheile abzuspalten. Auch lassen sich Spaltstücke offenbar nach P (001) M (010) und den Hemiprismen oder dem Orthopinakoid (100) gewinnen; die Spaltflächen sind hier jedoch nie eben, sondern holperig, streifig gebogen, so zu sagen oscillatorisch.

Hauchdünne orientirte Schliffe (Voigt und Hochgesang, alle aus demselben Stück angefertigt) zeigen folgende Verhältnisse:

nach P (001): breitere (0.02 mm.) und schmälere (0.008 mm.) nach dem Albitgesetze verzwillingte Lamellen, sowie Carlsbader Doppeltzwillinge; Zwillingsgrenzen haarscharf; die Contouren der Lamellenindividuen sind durch gebrochene geradlinige, der Trace von M (010) entsprechende Risse markirt; die Lamellen mitunter etwas geschweift oder gebogen. Zumeist bemerkt man jedoch noch eine andere Art mechanischer Deformation: obgleich die Lamellen völlig parallel und ungeknickt erscheinen, löschen nicht alle Theile des Blättchens gleichzeitig, sondern fleckenweise mit geringen Phasenunterschieden aus; dadurch kommt ein eigenthümlich scheckiges, geflammtes Bild zu Stande[2]). Auslöschungsschiefe zur Zwillingsnaht kaum zu erfassen, jedenfalls unter 1°. (Na-Licht, Calderon'sche Platte)

nach M (001): vollständig homogen und einheitlich auslöschend; die Spaltbarkeit P (010) sowie eine nach dem Hemiprisma giebt sich durch scharf-geradlinige Risse kund. Die Auslöschungsrichtung (Na-Licht, Calderon'sche Platte) fällt mit den Tracen von P (001) fast genau zusammen.

---

1) Vgl. Taf. II. Fig. 3. Schematischer Durchschnit. | 2) Vgl. Taf. II. Fig. 12; NN gekreuzte Nicols.

Brechungindex 1.530; Differenz $\alpha - \gamma = 0.009$, in Folge dessen die Interferenzfarben ziemlich hoch, bis braungelb erster Ordnung.

Interpositionen sehr selten: a) Orthoklaseinschlüsse[1]; unregelmässig lappige oder theilweise geradlinig begrenzte homogene Durchschnitte von 0.02 mm. bis 0.08 mm. deren Contour dem Wirthe gegenüber keine individuelle, sondern vielmehr eine durch den Wirth selbst bedingte zu sein scheint; b) winzige Biotitschuppchen; c) Epidotkörnchen; d) Apatitnädelchen; e) Zirkonkryställchen; f) schon im Handstück erscheinen milchig weisse, wolkige, weniger pellucide Stellen, die sich bei starker Vergrösserung in Anhäufungen von allerlei Poren, Schuppen eines farblosen Glimmerminerals und Infiltrationen auflösen.

Zur Analyse kam dasselbe völlig frische (von milchigen Trübungen frei, graupellucide) und homogene Spaltstück, woraus die orientirten Schliffpräparate hergestellt wurden, zur Verwendung; es unterliegt also durchaus keinem Zweifel, dass die oben angeführten etwas eigenthümlichen optischen Eigenschaften und die chemische Zusammensetzung ein und dieselbe Substanz charakterisiren; Analyse V ist vor 3 Jahren von mir selbst, Analyse VI neuerdings von Herrn Scheschukoff, Laboranten im chemischen Laboratorium der hiesigen Universität, ausgeführt worden.

Analysen	V Chrustschoff.	und VI. Scheschukoff.	
Kieselsäure	58.891	59.199	
Thonerde	25.382	25.281	
Eisenoxyd	—	—	
Kalk	4.684	4.818	
Magnesia	0.120	—	
Natron	7.652	7.580	+ 0.79 Na_2O = 8.32 Na_2O
Kali	1.354	1.192	= 0.79 Na_2O
Glühverlust	1.165	1.626	
Summa:	99.248	99.646	
Volum-Gewicht:	(13° C.) 2.6769	(18½° C.) 2.6778.	

Mittel aus V u. VI.			Sauerstoff.		Elemente.		Atomquotienten.				
Kieselsäure	59.045	=	31.491	+	Si 27.554	=	0.9840				1.8347
Thonerde	25.332	=	11.796	+	Al 13.536	=	0.4922			1.8507	
Kalk	4.751	=	1.357	+	Ca 1.394	=	0.0850	0.0865	0.3585		
Magnesia	0.060	=	0.024	+	Mg 0.036	=	0.0015				
Natron	7.591	=	1.959	+	Na 5.632	=	0.2450	0.2720			
Kali	1.273	=	0.217	+	K 1.056	=	0.0270				
Glühverlust	1.395				O 46.843	=	2.9277				
Summa:	99.447										

1) cf. v. Chrustschoff, Beiträge zur Petrographie Wolhyniens und Russland's; Tschermak's Mineralogische und Petrographische Mittheilungen, 1888. Bd. IX, p. 470; p. 479 u. s. w.

Sauerstoff der	Kieselsäure		31.491
»	»	Sesquioxyde	11.796
»	»	Monoxyde	3.557

Sauerstoffverhältniss: 31.491 : 11.796 : 3.557

$$= \frac{11.796 + 3.557}{31.491} = 0.498 \text{ Sauerstoffquotient (Roth)}$$

$$\text{Atomverhältniss: } 1.8347 : 2.9277 = \frac{1.8347 \text{ Summe der Atomquotienten der Metalle}}{2.9277 \text{ Atomquotient des Sauerstoffs.}}$$

Atomquotient = 0.627.

Um vermittelst der von M. Schuster[1]) gegebenen typischen Zusammensetzung der Endglieder (Anorthit und Albit) der isomorphen Feldspathreihe die vorliegende moleculäre Mischung procentarisch zu berechnen, habe ich mich mit grossem Vortheil einer sehr einfachen, von Herrn E. S. Fedoroff herrührenden Methode (Determinanten), bedient. Bezeichnen wir die für den Albit (m) typischen Werthe (Tabelle von Schuster) mit a = Kieselsäure, b = Thonerde, c = Kalk, d = Natron und ferner diejenigen für Anorthit (n) mit e = Kieselsäure, f = Thonerde, g = Kalk, h = Natron, so erhalten wir folgende Relationen mit 4 Bekannten und 2 Unbekannten:

($Si\,O_2$ und $Na_2\,O$) $ma + ne = 59.2$ $a = 68.6$, $d = 11.8$
$md + nh = 8.8$ $e = 43.0$, $h = 0$

daraus folgt:

$$\frac{m}{n} = \frac{\begin{vmatrix} 59.2 & 43.0 \\ 8.8 & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 68.6 & 59.2 \\ 11.8 & 8.8 \end{vmatrix}} = \frac{357}{129}$$

d. h. Ab : An = 2.78 : 1 oder 27% An + 73% Ab.

($Si\,O_2$ und $Al_2\,O_3$) $ma + ne = 59.2$ $a = 68.6$, $e = 43.0$
$mb + nf = 25.8$ $b = 19.6$, $f = 36.9$

daraus folgt:

1) M. Schuster, Ueber die optische Orientirung der Plagioklase, Tschermak's Min. u. Petr. Mitth. B. III, p. 153.

$$\frac{m}{n} = \frac{\begin{vmatrix} 59.2 & 43.0 \\ 25.3 & 36.9 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 68.6 & 59.2 \\ 19.6 & 25.3 \end{vmatrix}} = \frac{1095}{575}$$

d. h. Ab : An = 1.9 oder 34% An + 66% Ab.

(Si O_2 und C_a O) $ma + ne = 59.2 \quad a = 68.6, \quad c = 0$

$mc + ng = 4.8 \quad e = 43.0, \quad g = 20.1$

daraus folgt:

$$\frac{m}{n} = \frac{\begin{vmatrix} 59.2 & 43.0 \\ 4.8 & 20.1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 68.6 & 59.2 \\ 0 & 4.8 \end{vmatrix}} = \frac{984}{329}$$

d. h. Ab : An = 2.9 : 1 oder 25% An + 75% Ab.

Als Mittel erhalten wir aus diesen drei Berechnungen

29% Anorthit + 71% Albit.

Betrachten wir nun die von M. Schuster empirisch gefundenen Curven, auf welchen die Auslöschungswerthe auf P und M der ganzen Plagioklasreihe von reinem Albit bis zum reinen Anorthit liegen, so finden wir, dass der vorliegende Plagioklas sowohl optisch wie chemisch fast genau mit dem Schnittpunkt derselben zusammenfällt. Die geniale Tschermak'sche Feldspaththeorie hat somit ihre Feuerprobe bestanden!

Wenn die diesseits und jenseits des Schrittpunkts beider Curven in gewissen Entfernungen liegenden Plagioklase Speciesnamen, wie Albit, Oligoklas, Andesin, führen, obgleich ihre Molekülarzusammensetzung in gewissen Grenzen variiren kann, ohne dass der betreffende Speciesbegriff seine Bedeutung zu verlieren braucht, so verdient der eben beschriebene Plagioklas wegen der *Unverrückbarkeit* seine Lage und daher seiner nothwendig stets gleichbleibenden chemischen Constitution ganz besonders eine specielle Bezeichnung, wofür ich den Speciesnamen *Tschermakit* vorschlagen möchte.

Feldspathe von ähnlicher chemischer Constitution sind bereits mehrmals in der Literatur angeführt worden, doch datiren die Analysen sämmtlich von früher her, als man die

optischen Eigenschaften noch nicht zu studiren gewöhnt war. In Rammelsberg's Handbuch der Mineralchemie, Ergänzungsheft (1886), finden wir Seite 100 folgende Analyse (№ 14) von Dirvell angeführt: Feldspath, grünlichweiss.

Spec. Gew. 2.65.

Analyse VI a.

			Sauerstoff.		
Kieselsäure	61.14	=	32.608		
Thonerde	25.10	=	11.697		
Eisenoxyd	—		—		
Kalk	4.39	=	1.255	1.455	3.633
Magnesia	0.50	=	0.200		
Natron	7.66	=	1.978	2.178	
Kali	1.17	=	0.200		
Glühverlust	0.80				
Summa:	100.76				

				Atomquotienten.				
Si	=	28.532	=	1.0190				1.8699
Al	=	13.403	=	0.4900			0.8509	
Ca	=	3.125	=	0.0784	0.0909	0.3609		
Mg	=	0.300	=	0.0125				
Na	=	5.682	=	0.2450	0.2700			
K	=	0.970	=	0.0250				
O	=	47.938	=	2.9961				

Sauerstoff der Kieselsäure 32.608
» » Sesquioxyde 11.697
» » Monoxyde 3.633.

$$\text{Sauerstoffverhältniss:} = 32.608 : 11.697 : 3.633$$

$$= \frac{11.697 + 3.633}{32.608} = 0.470 \text{ Sauerstoffquotient (Roth)}$$

$$\text{Atomverhältniss:} = 1.8699 : 2.9961 = \frac{1.8699 \text{ Summe der Atomquotienten der Metalle}}{2.9961 \text{ Atomquotient des Sauerstoffs.}}$$

Atomquotient demnach = 0.624.

III-te Calotte[1]).

Diese Zone besteht aus schilfartigen, dünnprismatischen, radial gestellten Feldspathaggregaten; jedes Elementarindividuum stellt sich als ein nach der Klinodiagonale langprismatischer, in der Richtung der zwei anderen Axen sehr schlanker, aber nicht überall gleich dicker Krystall dar. Gewöhnlich sind zwei, eins aus breiteren, das andere aus schmäleren Individuen bestehende Systeme streckenweise mit einander nach dem Albitgesetze verzwillingt. Die Prismen sind zur Variole ebenso orientirt, wie die Krystalle der übrigen Zonen, d. h. es entspricht ihre Streckungsaxe (Klinodiagonale) annähernd den Radien derselben (Variole), doch findet auch hier um die Klinoaxe eine bedeutende Nutation statt; daher kommt es wohl, dass in einem und demselben Schliffe neben Lamellen mit haarscharfen auch solche mit mehr oder weniger verschwommenen Zwillingsgrenzen vorkommen. Orientirte Präparate liessen sich natürlich nicht herstellen und die Messungen mussten daher in hauchdünnen, nach verschiedenen Richtungen zur Variole geführten Schliffen (Voigt und Hochgesang), ermittelt werden. Die Lamellen löschen:

im Minimum unter 3° }
im Maximum unter 9° } (Calderon'sche Platte, Na-Licht).

Mittel aus vielen Messungen:

im Minimum 2° 46′ [entspricht wahrscheinlich P (001)],
im Maximum 8° 52′ [entspricht wahrscheinlich M (010)].

Interferenzfarben bis zu braungelb I-ter Ordnung; Brechungsindex 1.550; Differenz $\alpha - \gamma = 0.0093$; optischer Charakter negativ.

Interpositionen sehr selten: Trübungen, die sich in Poren und glimmerartige Partikel auflösen; Apatit, Zirkon und Epidotkörner.

Zu der folgenden von mir selbst ausgeführten Analyse kam nur ganz sorgfältig unter der Loupe ausgelesenes, von Trübungen möglichst freies und pellucides Material zur Verwendung.

1) Vgl. Taf. II, Fig. 3. Schematischer Ducrhschnitt.

Analysen:	VII	und	VII a.
	Chrustschoff.		Wiik [1].
Kieselsäure	58.06		58.39
Thonerde	26.37		26.68
Eisenoxyd	—		—
Kalk	6.50		5.63
Magnesia	0.14		—
Natron	(0.65 +) 6.22		7.69
Kali	(Na_2O 0.65) 0.98		—
Glühverlust	1.45		1.61
Summa:	99.72		100.00
Volum-Gewicht:	2.6806		2.65—2.69.

Analyse VII.

		Sauerstoff.	Elemente.	Atomquotienten.				
Kieselsäure	58.06	= 30.965 +	Si 27.095	= 0.9580				1.8110
Thonerde	26.37	= 12.290 +	Al 14.080	= 0.5120			0.8530	
Kalk	6.50	= 1.855 +	Ca 4.645	= 0.1161	0.1196	0.3410		
Magnesia	0.14	= 0.056 +	Mg 0.084	= 0.0035				
Natron	6.22	= 1.605 +	Na 4.615	= 0.2006	0.2214			
Kali	0.98	= 0.170 +	K 0.810	= 0.0208				
			O 46.941	= 2.9340				

Sauerstoff der Kieselsäure 30.965
» » Sesquioxyde 11.697
» » Monoxyde 3.633.

Sauerstoffverhältniss:

$$30.965 : 11.697 : 3.633 = \frac{11.697 + 3.633}{30.965} = 0.512 \text{ Sauerstoffquotient (Roth).}$$

$$\text{Atomverhältniss: } 1.8110 : 2.9340 = \frac{1.8110 \text{ Summe der Atomquotienten der Metalle}}{2.9340 \text{ Atomquotient des Sauerstoffs}}$$

$$= 0.613 \text{ Atomquotient.}$$

1) Feldspath von Tilasinwuori, Finnland; Rammelsberg's Handb. d. Mineralchemie, Ergänzungsheft (1886 p. 100, Analyse № 20.

Analyse VII a.

			Sauerstoff.		Elemente.		Atomquotienten.		
Kieselsäure	58.89	=	31.141	+	Si 27.249	=	0.9889		1.8024
Thonerde	26.68	=	12.434	+	Al 14.246	=	0.5180	0.8680	
Kalk	5.63	=	1.609	+	Ca 4.021	=	0.1005	0.3505	
Natron	7.69	=	1.980	+	Na 5.710	=	0.2500		
					O 47.164	=	2.9480		

Sauerstoff der Kieselsäure	31.141
» » Sesquioxyde	12.434
» » Monoxyde	3.589.

$$\text{Sauerstoffverhältniss: } 31.141 : 12.434 : 3.589 = \frac{16.023 + 3.589}{31.023} = 0.501.$$

Atomverhältniss:

$$1.8024 : 2.9480 = \frac{1.8024 \text{ Summe der Atomquotienten der Metalle}}{2.9480 \text{ Atomquotient des Sauerstoffs}} = 0.611.$$

Nach der oben angeführten Methode vermittelst der Schuster'schen typischen Prozentwerthen erhalten wir also folgende Relationen:

$$ma + ne = 58.1. \quad a = 68.6, \quad c = 43.0$$
$$mb + nf = 26.4. \quad b = 19.6, \quad f = 36.9$$

daraus folgt:

$$\frac{m}{n} = \frac{\begin{vmatrix} 58.1 & 43.0 \\ 26.4 & 36.9 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 68.6 & 58.1 \\ 19.6 & 26.4 \end{vmatrix}} = \frac{1010}{666}$$

d. h. Ab : An = 1.52 : 1 oder prozentarisch:

40 An. + 60 Ab.

Nach der graphischen Tabelle von M. Schuster entspricht diese Feldspathmischung genau $Ab_3 An_2$, welcher folgende Auslöschungswerthe zukommen:

auf P (001) — 2° 18',
auf M (010) — 8° 45'.

Auch in diesem Falle also stimmen Theorie und die durch Beobachtung gewonnenen Resultate ausserordentlich gut überein.

Ueber die optischen Eigenschaften des Feldspaths von Tilasinwuori in Finnland, dessen Analyse von Wiik hier vergleichshalber angeführt ist, konnte ich keinerlei Angaben auffinden.

IV-te Calotte[1].

Auf der Grenze der 2. und. 3., zwischen der 3. und 4. Zone finden sich auf einem oder mehreren concentrischen Ringen Anhäufungen von dunklen Glimmereinschlüssen, wodurch die feine Gliederung des peripherischen Theils der Variole zum Ausdruck gelangt.

Von hier an bestehen die zwiebelschaligen Lagen aus einem panidiomorphen Gemenge von Orthoklas, wenig Plagioklas, wenig Quarz; der Biotit concentrirt sich auf die mikroskopisch sichtbaren Ringe, während eine dazwischenliegende bis 5 mm. breite Zone völlig frei davon ist und daher ganz hellfarbig erscheint. Im Ganzen sind zwei 3—4 mm. glimmerreiche, eine etwa 5 mm. breite glimmerfreie Zonen vorhanden. Die Glimmerindividuen sind im grossen Ganzen radial, d. h. mit ihrer längeren Axe radial angeordnet.

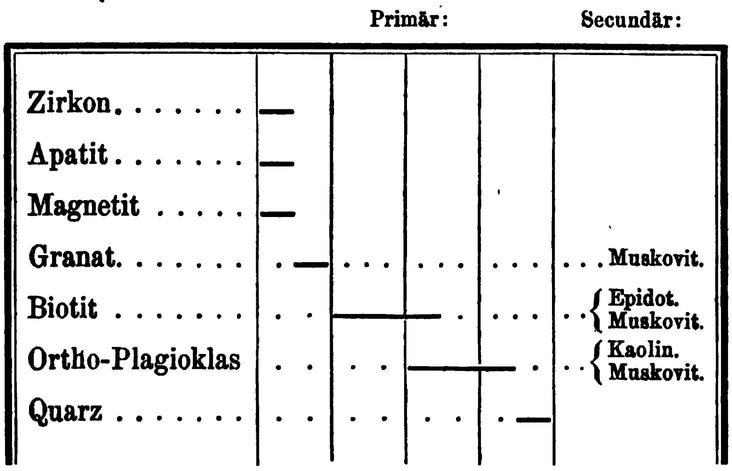
Mikroskopische Zusammensetzung:

Primäre Gemengtheile	Wesentliche	Orthoklas (a_1). Biotit (M).
	Accessorische	Plagioklas (t). Quarz (q). Magnetit (F_1). Apatit (F_5). Zirkon (F_6). Granat (F_9).
Secundäre Gemengtheile		Epidot. Muskovit. Kaolin.

Die Paragenesis ist verhältnissmässig leicht zu entziffern: zu den primordialen Gemengtheilen gehören Zirkon, Apatit etc., nun kommt Biotit und Granat, dann Feldspath, schliesslich Quarz zur Ausscheidung; Struktur typisch panidiomorph körnig; viel anschaulicher erläutert die Verhältnisse folgende graphische Darstellung:

---

1) Vgl. Taf. II, Fig. 3. Schematischer Durchschnitt.



Mit Formeln wäre dies auszudrücken:

$$\Gamma\alpha - \overline{(F_{\dot{1}\cdot\dot{5}\cdot\dot{6}\cdot\dot{9}\cdot}) \mp M}\underline{(\dot{t} + a_1)\,\dot{q}}.$$

Im Allgemeinen sind die constituirenden Gemengtheile von derselben mikroskopisch strukturellen Beschaffenheit, wie in den anderen Theilen der Variolen. Allenfalls erscheint der Orthoklas hier zersetzter, kaolinisirter. Als nirgend sonst vorhandener accessorischer Gemengtheil tritt der Granat auf; derselbe bildet ausserordentlich seltene unregelmässig blassröthliche bis gelblichröthliche Körner und enthält häufig eine grosse Anzahl von schlauchartigen Cavernositäten, wie dies in gewissen der Gruppe der krystallinischen Schiefer angehörenden Gesteinen der Fall zu sein pflegt.

Analysirt wurde nur die helle glimmerfreie 5 mm. breite Zone; ich erhielt folgende Werthe:

Analyse VIII.

Volum-Gewicht 2.643.

		Sauerstoff.		
Kieselsäure	67.02	35.744		
Thonerde	17.23	8.052	8.367	11.178
Eisenoxyd }	1.05	0.315		
Eisenoxydul }		—		
Kalk	2.39	0.681	2.811	
Magnesia	0.25	0.100		
Natron	2.09	1.490		
Kali	8.78	0.540		
Glühverlust	1.22			
Summa:	100.03			

Sauerstoff der Kieselsäure		35.744
»	» Sesquioxyde	8.367
»	» Monoxyde	2.811.

$$\text{Sauerstoffverhältniss: } 35.744 : 8.367 : 2.811 = \frac{8.867 + 2.811}{35.744} = 0.312 \text{ Sauerstoffquotient.}$$

Elemente.			Atomquotienten.				
Si	31.276	=	1.1170				1.7712
Al	9.228	=	0.3355	0.3486		0.6542	
$\overset{\text{III}}{Fe}$	0.785	=	0.0131				
Ca	1.710	=	0.0430	0.0492	0.3056		
Mg	0.150	=	0.0062				
Na	7.290	=	0.1890	0.2564			
K	1.550	=	0.0674				
O	46.922	=	2.9325				

$$\text{Atomverhältniss: } 1.7712 : 2.9325 = \frac{1.7712 \text{ Summe der Atomquotienten der Metalle}}{2.9325 \text{ Atomquotient des Sauerstoffs.}}$$

Atomquotient = 0.604.

Zusammenstellung des mikroskopischen Bestandes aller Theile des Gesteins.

Analysen:		I. Granitteig.	II u. III. Kern (eugranitisch).	IV. I-te Calotte (grosse Individ.).	V u. VI. II-te Calotte (grosse Individ.).	VII. III-te Calotte (Nadeln).	VIII. IV-te Calotte (eugranitisch).
Primäre Gemengtheile.	Wesentliche.	Quarz Orthoklas Plagioklas Biotit	Orthoklas Plagioklas Biotit	Orthoklas	Plagioklas (30 An + 70 Ab)	Plagioklas (40 An + 60 Ab)	Orthoklas Biotit
	Accessorische	Mikroklin Mikroperthit Magnetit Apatit Zirkon	Quarz Mikropegmatit Magnetit Apatit Zirkon	Orthoklas Apatit Zirkon	Orthoklas Biotit Apatit Zirkon	Apatit Zirkon	Quarz Plagioklas Magnetit Apatit Zirkon Granat
Secundäre Gemengtheile....		Muskovit Epidot Chlorit Kaolin	Muskovit Epidot Chlorit Kaolin	Muskovit Epidot Chlorit Kaolin	Muskovit Epidot Chlorit Kaolin	Muskovit Epidot Chlorit Kaolin	Muskovit Epidot Chlorit Kaolin

Zusammenstellung der paragenetischen Verhältnisse:

Gemengtheile:	Ort:	Primär:				Secundär:
Zirkon . . . . . / Apatit . . . . . / Magnetit . . . . / Granat	Granitteig . . .	—				Granat in. Muskovit.
	Gr. Kern d. V. .	—				
	I. Calotte. . .	—				
	II. Calotte. . .	—				
	III. Calotte. . .	—				
	IV. Calotte. . .	—				
Biotit	Granitteig . . .	. .	. —			Muskovit. Epidot. Chlorit.
	Gr. Kern d. V. .	. —				
	I. Calotte. . .	. .	. .	. .	. .	
	II. Calotte. . .	. .	. .	. .	. .	
	III. Calotte. . .	. .	. .	. .	. .	
	IV. Calotte. . .		—	—		
Plagioklas.	Granitteig . . .	. —	—			Muskovit. Kaolin.
	Gr. Kern d. V. .	. .	—			
	I. Calotte. . .	. .	. .	. .	. .	
	II. Calotte. . .	. —	—	—	—	
	III. Calotte. . .	. —	—	—	—	
	IV. Calotte. . .	. .	. .	—	—	
Orthoklas.	Granitteig . . .	. .	. —	—		Muskovit. Kaolin.
	Gr. Kern d. V. .	. .	. —	—		
	I. Calotte. . .	. —	—	—	—	
	II. Calotte. . .	. —				
	III. Calotte. . .	. .	. .	. .	. .	
	IV. Calotte. . .	. .	. .	—	—	
Mikropegmatit . / Quarz	Granitteig . . .	. .	—	—		
	Gr. Kern d. V. .	. .	. .	. —		
	I. Calotte. . .	. .	. .	. .	. .	
	II. Calotte. . .	. .	. .	. .	. .	
	III. Calotte. . .	. .	. .	. .	. .	
	IV.-Calotte. . .	. .	. .	. .	. —	

Uebersichtstabelle der Analysen:

	Granitteig; Bauschanalyse I. An.	Granitischer Kern; Bauschanalyse II. An.	Granitischer Kern; Orthoklas III. An.	I. Calotte; Orthoklas IV. An.	II. Calotte; Plagioklas V. An.	II. Calotte; Plagioklas VI. An.	III. Calotte; Plagioklas VII. An.	IV. Calotte; Bauschanalyse der hellen Zone VIII. An.	Mittlere Zusammensetzung d. Variole (aus II—VII).	Mittlere Zusammensetzung d. ganzen Gesteins (I—VIII).	Granitporphyr, Kirche Wang; Bauschanalyse I a. An.	Plagioklas, Norwegen. VI a. An.	Plagioklas, Tilasnuonori, Finland VII a. An.
Kieselsäure	68.27	65.57	65.13	66.02	58.891	59.199	58.06	67.02	62.841	63.520	66.57	61.14	58.39
Thonerde	15.59	17.46	18.69	18.79	25.382	25.281	26.37	17.28	21.315	20.599	15.59	12.10	26.68
Eisenoxyd	} 2.18	4.15	0.31	Spur	—	—	—	} 1.05	1.887	1.910	0.37	—	—
Eisenoxydul. . . .			—	—	—	—	—				4.25	—	—
Kalk	1.93	2.49	Spur	0.15	4.684	4.818	6.50	2.39	3.505	3.280	1.85	4.39	5.63
Magnesia	1.19	2.53	0.20	0.13	0.120	—	0.14	0.25	0.561	0.651	1.88	0.50	—
Natron	3.21	2.14	1.27	2.24	7.652	7.530	6.22	2.09	4.163	4.044	3.69	7.66	7.69
Kali	5.37	4.23	14.37	12.30	1.134	1.192	0.98	8.78	6.172	6.072	5.27	1.17	—
Glühverlust. . . .	1.56	1.26	0.54	0.64	1.165	1.626	1.45	1.22	1.128	1.182	0.62	0.80	5.61
Summa	99.27	99.83	100.51	100.27	99.248	99.646	99.72	100.03	101.522	101.258	100.09	100.76	100.00
Volum-Gewicht . .	2.6481	2.664	2.567	2.575	2.6769	2.6778	2.6806	2.648	2.6400	2.6415	2.637	2.650	2.65-2.69
O-Quotient	0.300	0.359	0.337	0.329	0.489		0.512	0.312	0.414	0.309	0.323	0.470	0.501
Atom-Quotient . .	0.561	0.544	0.624	0.586	0.627		0.613	0.604	0.611	0.589	0.624	0.624	0.611
Analysator:	Nikolajeff	Autor	Autor	Autor	Autor	Scheschukoff	Autor	Autor	—	—	O. Jung	Dirvell	Wiik

Die chemische und mineralogische Constitution des Granitteiges, des Kernes und endlich der verschiedenen Theile (Calotten) der Variolen deuten offenbar darauf hin, dass wir hier eine endogene Kontaktbildung vor uns haben, wie ich sie schon früher für andere Vorkommnisse dieser Art als wahrscheinlich angenommen habe[1]). Dass der Kern einem ganz anderen Gestein angehört als der Granitteig, geht klar genug schon aus dessen chemischer Zusammensetzung hervor: es ist viel basischer, als jener. Wie lch bei verschiedenen Gelegenheiten darauf hingewiesen habe, kann uns über dessen Natur der Zirkon, gleichsam als Leitfossil, vielleicht einige Auskunft geben. Denn während im Granit ein Zirkon von echt granitischem Typus vorhanden ist, besitzt derjenige des Kernes den unverkennbaren Habitus der Granulit- und Gneiss-Zirkone[2]). Der granitische Kern stellt daher den letzten Rest eines vom Granit grösstentheils resorbirten Einschlusses von biotitgneissartiger Natur dar. Es bedurfte nur eines Anlasses, damit in dem mit dem Einschlussmaterial übersättigsten Granitmagma eine rasche Krystallisation stattfinde; einen solchen gab nun der übriggebliebene, nicht resorbirte Rest. Der Effekt war vollkommen demjenigen analog, welchen man durch Eintragen von Krystallen eines Salzes in dessen übersättigte Lösung hervorbringen kann; enthält die Lösung noch andere Salze, so krystallisirt dennoch meist zuerst dasjenige, dessen Krystalle hineingelegt werden. Um den hauptsächlich aus Orthoklas bestehenden Kern musste sich demnach Anfangs aus dem Magma Orthoklas absetzen; sobald das Magma an Orthoklassubstanz gewissermaassen erschöpft war, begannen die isomorphen Plagioklaszonen anzuschiessen. Dies geschah wahrscheinlich nach ihrer Schmelzbarkeit, indem kalkreichere Glieder später, da sie länger flüssig zu bleiben vermochten, ausgeschieden wurden; freilich war auch die Mischungsqualität der sich individualisirenden Plagioklase eine Funktion der chemischen Beschaffenheit des Magmas während der aufeinanderfolgenden Ausscheidungsphasen. Während der Bildung der letzten peripherischen, eugranitischen Zone gewinnen die die granitische Modalität des Gesteins bedingenden Faktoren die Oberhand und vom bereits individualisirten Feldspath gehen nur noch richtende Einflüsse aus, so dass innerhalb derselben die Biotitindividuen allein ein bestimmter Orientirungscharakter aufgezwungen wurde.

---

1) Vergl. Literaturverzeichniss № 25.

2) Vergl. v. Chrustschoff, Zur Kenntniss der Zirkone in Gesteinen. Tschermak's Min. und Petr. Mitth. Bd. XII, p. 423.

Variolithischer Amphibolgranit, Rattlesnake Bar Dorado Co, Californien[1]).

Das dunkelgrüne Gestein, welches die Sphäroide enthält, stellt sich als ein mittelkörniges granitisch struirtes Gemenge von trübem hellgrauem Feldspath, grau-pellucidem Quarz und reichlicher bräunlichgrüner Hornblende dar. Die im Allgemeinen recht regelmässigen Variolen sind elliptische, linsenförmig abgeplattete Körper mit drei verschiedenen Axen; die grösste (in den beiden mir zu Gebote stehenden Kugeln) beträgt etwa 8 cm., die zwei anderen etwa 5 cm. resp. 6.5 cm. Vom Gestein lösen sie sich mitunter völlig los, ziemlich ebene Eindrücke hinterlassend, doch bleibt gewöhnlich die peripherische Calotte am Gestein hängen.

An einem durch den Mittelpunkt der Variolen geführten grossen Dünnschliff erkennt man makroskopisch folgende Verhältnisse:

Im Centrum befindet sich eine granitisch struirte ganz grobkörnige, aus reichlicher Hornblende, trübem Epidot, Erz, getrübtem Feldspath bestehende Kernpartie, deren Umrisse mit denjenigen des ganzen Gebildes conform sind; nach aussen häufen sich darin grosse einheitliche Hornblendeindividuen an. Dieser Kern ist unmittelbar von einer trüben, grünlichgrauen specksteinähnlichen Zone, worin man sonst keinerlei feinere Structur zu unterscheiden vermag, umgeben.

I. In der nun folgenden Zone kommt bereits eine deutliche radiale Structur zur Geltung: man sieht hier pellucide und trübe, längliche Feldspathpartien mit dunkelgrünen, in die Länge gezogenen Amphibolindividuen und Erzkörnern abwechseln; dazwischen fallen trübe grünliche Flecke auf, die die radiale Structur stellenweise verdecken.

Die II-te und III-te Zone sind ähnlich wie die I-te beschaffen; in den drei inneren Calotten stellen sich die Amphibolindividuen als 4—5 mm. lange und 0.5—1.5 mm. breite sehr unregelmässig begrenzte Stäbchen und Fetzen dar.

IV. In der letzten d. h. peripherischen, aus viel feineren Elementen bestehenden Schaale giebt sich die radiale Structur durch ganz kleine Erz- und Hornblende-Körner, die in Reihen radial angeordnet sind, kund.

Einen höchst eigenthümlichen Eindruck machen die allenthalben unregelmässig, innerhalb der Variolen sowohl als auch im Gestein eingesprengten Epidotnester und Trümer; in Folge dessen sieht das Gestein so aus, als ob es an gewissen Stellen zu faulen begonnen hätte (sit venia verbo!). Die dichte Epidotsubstanz besitzt eine licht grünlichgelbe Farbe und einem specksteinartigen äusseren Habitus.

---

1) Vergl. Tafel I; Literatur: vom Rath, Sitzungsber. d. niederrh. Ges. 1. Dec. 1884.

Mikroskopische Zusammensetzung des Amphibol-Granitteigs:

Primäre Gemengtheile . .	Wesentliche . .	Orthoklas (a_1). Plagioklas (t). Quarz (q). Amphibol (A_2).
	Accessorische. .	Apatit (F_5). Zirkon (F_6). Erz ($F_{1 \cdot 2}$). Titanit (F_7).
Secundäre Gemengtheile.		Epidot, Chlorit. Muskovit, Zoisit, Kaolin. Titanomorphit.

Die Ausscheidungsreihenfolge dieser Gemengtheile ist mit Sicherheit äusserst schwer zu ermitteln; die Summe der Beobachtungen giebt annähernd folgende Tabelle wieder:

	Primär:						Secundär:
Zirkon.	—						
Apatit.	—						
Erz.	—....	....	....	....	....	....	Titanomorphit.
Titanit.	. —	—					
Amphibol.	. .	—	—	—	....	....	Epidot, Chlorit.
α Feldspath. . . .	. . .	. .	—	—	—	....	Epidot. Muskovit. Zoisit. Kaolin.
β Feldspath. . . .	. .	. .	. .	. .	. .	—	
Quarz	. .	. .	. .	. —	—	—	

Zirkon, Apatit und Erz sind wie immer die ältesten Elemente; Titanit bildet sich zum Theil gleichzeitig mit Amphibol und die Ausscheidung dieses letzteren geht eine Zeit lang neben derjenigen des α-Feldspathes vor sich; daher umhüllen sich diese beiden Substanzen mitunter gegenseitig. Die Individualisation des Quarzes beginnt bereits zu Ende der Amphibolbildung und findet dann eine Zeit lang neben derjenigen des α-Feldspathes statt; der letzte Ueberrest desselben erstarrt wie gewöhnlich ganz zuletzt. Während der vorletzten Phase der Quarzbildung und nach Beendigung der Individualisation des α-Feldspathes tritt die Ausscheidung des β-Feldspathes ein. Die Structur ist granitisch körnig.

Mit Formeln drückt man dieses Mineralgemenge folgendermaassen aus:

$$\Gamma\alpha - \overline{(F_{\dot{1}\cdot\dot{2}\cdot\dot{5}\cdot\ddot{6}\cdot\dot{7}})\, A_2}\, \underline{(a_1 + t) + (a_1 + t)\, q}.$$

α-Feldspath (Orthoklas + Plagioklas). Grosse an den Rändern wie zerfressene und ausgefranste Complexe ohne Spur von geradliniger Begrenzung; stark zersetzt und kaolinisirt; ausserdem haben sich darin eine grosse Menge von Muskovitfasern angesiedelt, so dass manche Partien gar nicht mehr auslöschen. Zwischen diesen Zersetzungsprodukten lässt sich sehr häufig noch unzersetzte Feldspathsubstanz erkennen, die bald einheitlich über den ganzen Durchschnitt weg auslöscht (Orthoklas), bald stellenweise eine noch recht deutliche, feine Zwillingslamellirung nach dem Albitgesetze aufweist.

In der Hornblende schwimmend kommen ausserdem allseitig idiomorphe, wasserklare, kleinere Durchschnitte vor; ein Theil derselben löscht einheitlich aus oder besteht aus zwei nach dem Carlsbader Gesetze verzwillingten Hälften (Orthoklas); die anderen setzen sich aus zwei bis fünf nach dem Albitgesetze verbundenen Lamellen zusammen; hier wurden folgende Auslöschungsschiefen (symmetrisch gegen die Zwillingsnaht) gemessen:

23°, 25°, 24°, 22° 26°, 24° 5′.

Mittel aus vielen Bestimmungen:

24° 7′.

Differenz $\alpha - \gamma = 0.0086$; optischer Charakter anscheinend negativ.

Die grossen zersetzten Individuen zeigen hingegen eine äusserst feine Streifung und geringe Auslöschungswerthe, so dass sie mitunter parallel zu Lamellengrenze dunkel zu werden scheinen. An von Zersetzungsprodukten relativ freien Stellen konnten folgende Auslöschungsschiefen constatirt werden: 1° 5′, 2°, 1° 55′, 2° 4′ etc. Es scheint also dass der früher individualisirte Feldspath basischer ist als der später ausgeschiedene. Der Brechungsindex ist ebenfalls entschieden geringer; Differenz $\gamma - \alpha = 0.0075$; optischer Charakter anscheinend negativ.

Interpositionen: ausser den bereits erwähnten sekundären Bildungen finden sich unbestimmbare dunkle Körnchen sowie winzige leere und fluidale Poren.

β-Feldspath (Orthoklas + Plagioklas). Allotriomorphe, nur gegen Quarz hie und da hypidiomorphe Körner; steckt mit dem Quarz in den Zwischenräumen zwischen den älteren Gemengtheilen und ist ganz und gar frisch, wasserklar und einschlussfrei; die Mehrzahl der Individuen löschen einheitlich und unter 0°, 8° oder 22° zu den geradlinigen Elementen, die auftreten, aus; daher wohl Orthoklas. Einige wenige lassen jedoch eine Zwillingsstreifung nach dem Albitgesetze wahrnehmen und löschen unter 3° (symmetrisch zur Zwillingsnaht)

aus. Differenz $\gamma - \alpha = 0.0076$; optischer Charakter negativ; *Interpositionen:* vereinzelte allerwinzigste leere Poren.

Quarz; die unregelmässigen Räume zwischen den älteren Gemengtheilen sind mit einem Aggregat von eckigen (vielleicht zum Theil idiomorphen) Quarzkörnen ausgefüllt. Es hat den Anschein als ob er sowohl Feldspath wie Hornblende corrodirt habe. Mechanische Erscheinungen sind hier verhältnissmässig seltener zu finden und nicht besonders intensiv ausgeprägt; sie geben sich durch undulöse Auslöschungen und Zerfallen einzelner Individuen in stengelige verschieden orientirte Elemente, deren Trennungslinien gewöhnlich äusserst scharf zu sein pflegen, kund.

Interpositionen: winzige leere und fluidale Einschlüsse.

Amphibol; sehr frisch; grünlichgelbe gedrungene Krystalloide, die in der Prismenzone oft geradlinig begrenzt, an den Enden dagegen vielfach lappig ausgefranst, wie zerfressen sind; seltener kommen auch an den Endigungen geradlinige Krystallelemente vor. Prismatische Spaltbarkeit sehr deutlich ausgeprägt; in Schnitten nach (010) bemerkt man ausserdem noch eine weniger deutliche, sporadisch auftretende Theilbarkeit, die mit der prismatischen einen Winkel von 62° resp. 118° einschliesst.

Zwillinge nach (100) nicht selten.

Pleochroismus nicht intensiv:

$\mathfrak{c}$ grünlich in's Gelbe.
$\mathfrak{b}$ saftgrün.
$\mathfrak{a}$ bläulichgrün.

Absorbtionsunterschiede nicht besonders stark aber deutlich

$$\mathfrak{c} = \mathfrak{b} > \mathfrak{a}.$$

Auslöschung an orientirten Schliffen (Voigt und Hochgesang)

$$c : \mathfrak{c}_{na} = 11° 6'$$

Brechungsindex 1.652; Differenzen:

$$\gamma - \alpha = 0.025;\ \beta - \alpha = 0.014;\ \gamma - \beta = 0.013.$$

Dispersion $\rho < \upsilon$; optischer Karakter positiv.

Interpositionen: kurze, abgerundete Apatitsäulchen, Feldspathkrystalle, scharfe Erzkrystalle und Körner.

Zur chemischen Untersuchung diente unter der Loupe ausgelesenes, von Feldspath durch Kaliumquecksilberjodidlösung und von Chlorit und Erz durch HCl befreites Amphibolmaterial:

Analyse VIII (Amphibol aus dem Muttergestein).

Volum-Gewicht bei 14° C.: 3.218.

		Sauerstoff.		Elemente.	Atomquotienten.			
Kieselsäure	51.24 =	27.330 +	Si	23.910 =	0.8540			1.7910
Thonerde	5.55 =	2.586 +	Al	2.964 =	0.1079	0.1459	0.9370	
Eisenoxyd	3.03 =	0.909 +	$\overset{\text{III}}{\text{Fe}}$	2.121 =	0.0380			
Eisenoxydul	11.87 =	2.638 +	Fe	9.232 =	0.1650	0.7911		
Magnesia	15.04 =	6.016 +	Mg	9.024 =	0.3758			
Kalk	10.37 =	2.963 +	Ca	7.407 =	0.1851			
Natron	1.53 =	0.395 +	Na	1.135 =	0.0450			
Kali	0.95 =	0.161 +	K	0.789 =	0.0202			
(H_2O) Glühverlust	0.46 [1])		O	42.998 =	2.6875			
Summa:	100.04							

Sauerstoff der	Monoxyde	12.173
» »	Sesquioxyde	3.495
» »	Kieselsäure	27.330.

$$\text{Sauerstoffquotient} = \frac{12.173 + 3.495}{27.330} = 0.588$$

$$\frac{\text{Summe der Atomquotiente der Metalle: } 1.7910}{\text{Atomquotient des Gesammtsauerstoffs } 2.6875}$$

$$= 0.621 \text{ Atomquotient.}$$

Zirkon sehr selten; Syenittypus [2]); kleine, sehr mangelhaft nach (111) (110) (100) ausgebildete, an Ecken und Kanten abgerundete und wie corrodirt aussehende Krystalle; (311) hie und da angedeutet, doch stets unbedeutend entwickelt; diese Ausbildungsweise erinnert lebhaft an diejenige des Zirkons aus dem sog. Syenit [3]) (Amphibolgranit) von Heppenheim im Odenwald.

Dimensionen [4]): Grösster beobachteter Krystall (im Ganzen nur 6 Stück) 0.4 mm. lang, 0.1 mm. breit und dick; durchschnittlich 0.2 mm. lang, 0,06 mm. breit und dick.

---

1) Deutliche Spuren von Fluor.

2) Vergl. von Chrustschoff, Notice sur la granulite variolithique de Fonni, près de Ghistorrai. Bull. Soc. Fr. de Min. t. IX, p. 173.

3) Vergl. v. Chrustschoff, Beweis für den ursprünglich hyalin-magmatischen Zustand gewisser echter Granite und granitartiger Gesteine, Neues Jahrbuch 1887, I, p. 209.

4) Vergl. v. Chrustschoff, Beitr. z. Kennt. d. Zirkone in Gesteinen, Tsch's Min. u. Petr. Mitth. Bd. VII (Neue Folge) p. 423 sq.

Die Zirkonsubstanz ist meist frisch und pellucid, doch auch stellenweise wolkig getrübt und von Rissen durchzogen; in zwei Individuen tritt eine sehr dicht gedrängte den Umrissen conforme Zonenstreifung auf.

Interpositionen. Zahlreiche, zum Theil recht grosse, äusserst breit und dunkel umrandete, schlauch- und sackförmige Höhlungen; runde opake Körner; endlich typische wurst- und birnartige Glaseinschlüsse mit einem oder mehreren sich unmittelbar berührenden Bläschen. In einem quer durchbrochenen Krystall ist ein solcher Einschluss geöffnet und die Bläschen befinden sich noch immer darin, so dass die hyaline Natur derselben als bewiesen gelten darf[1]).

Apatit bildet kurze, wasserhelle, einschlussfreie Säulchen mit abgerundeten Enden und abgerundet hexagonalem Querschnitt, die meist in der Hornblende schwimmen.

Erz. Körner, Durchschnitte (ganz scharfe) von hexaëdrischem und octaëdrischem Habitus sowie grössere unregelmässige Klumpen; diese letzteren sind öfters von gelblich-pellucidem, gekörneltem Titanomorphit umgeben und scheinen daher dem Ilmenit oder titanhaltigem Magnetit anzugehören.

Titanit; gelbliche Körner oder undeutliche längliche Krystalloide.

Zersetzungsprodukte. Der α-Feldspath pflegt ganz vollgepfropft von *Muskovit*fasern, *Zoisit*säulchen und *Kaolin*schuppen zu sein. Die Muskovit- und Zoisitlamellen bilden bald ein verworrenen Filz, bald eine Art unregelmässig-gitter- oder maschenähnlicher Structur, die dadurch zu Stande kommt, dass die länglichen Elemente mit ihren Längaxen namentlich nach zwei einander unter verschiedenen Winkeln schneidenden Richtungen gestreckt sind. Die Hornblende geht in *Epidot* und *Chlorit* über; gewöhnlich fressen sich Epidot- und Chloritpartien von den Rändern aus in die Hornblende hinein, und wachsen fort bis die ganze Hornblendesubstanz aufgezehrt ist. An ihrer Stelle befinden sich dann unregelmässige, oft in Chloritblättern schwimmende Epidotpartien. Diese drei Substanzen liefern im polarisirten Licht ein recht contrastreiches Bild, indem Epidot mit grellen (grün-roth-blau II-ter, III-ter und IV-ter Ordnung) Interferenzfarben hervorleuchtet, Hornblende dagegen schwächer und Chlorit endlich nur in grauen Tönen polarisiren. Der Epidot ist, wie gewöhnlich, dichroitisch: fast farblos und citronengelb. Differenz $\gamma - \alpha$ bedeutend: Maximum 0.049.

Der *Titanomorphit* umgiebt die Erzkörner; manchmal scheint das Erz bereits völlig verschwunden und in ein Häufchen von Titanomorphitkörnern — solche Anhäufungen kommen namentlich im Chlorit vor — übergegangen zu sein.

Variolen.

Kern.

Auf den ersten Blick in's Mikroskop wird es sofort klar, dass der innere Kern[2]) der Variolen einem von dem dieselben umgebenden verschiedenen Gesteine angehört; es sprechen

1) Vergl. Neues Jahrbuch, 1887, I, p. 209.

2) Vgl. Taf. II, Schemat. Durchschnitt Fig. 4.

dafür sowohl die structurelle Beschaffenheit als auch gewisse Eigenthümlichkeiten der constituirenden Gemengtheile.

Mikroskopische Zusammensetzung.

Primäre Gemengtheile . .	Wesentliche . .	Orthoklas (a_1). Plagioklas (t). Amphibol (A_2).
	Accessorische .	Quarz (q). Erz (Magnetit + Titaneisen) ($F_{1 \cdot 2}$). Titanit (F_7). Apatit (F_5). Zirkon (F_6).
Secundäre Gemengtheile		Epidot. Chlorit. Muskovit. Zoisit. Titanomorphit.

Die Paragenesis lässt sich hier ohne Schwierigkeit entziffern: zuerst kommen, wie immer, die mikrolithischen Elemente, Zirkon, Apatit, Erz, vielleicht auch ein geringer Theil des sehr spärlich vorhandenen Titanits[1]), dann der panidiomorphkörnige Feldspath (Orthoklas + Plagioklas) zur Individualisation. In den freibleibenden Interstitien erstarrte darauf die Hornblende und ganz zuletzt der kleinkörniger Quarz. Dadurch aber, dass der Amphibol in der letzten Phase der Feldspathausscheidung sich zu bilden beginnt, schneidet er mit idiomorphen Formen (in der Prismenzone) in diesen randlich ein. Auch die Quarzkörner zeigen hie und da idiomorphe Begrenzungselemente. Die Summe dieser paragenetischen Verhältnisse erläutert folgende Tabelle:

	Primär:							Secundär:
Zirkon	—							
Apatit	—							
Erz ($F_{1 \cdot 2}$)	—	……	……	……	……	……	……	Titanomorphit.
Titanit.	. —							
Feldspath (a_1+t)	. .	—	—	—	—……	……		Epidot. Muskovit. Zoisit.
Amphibol	. .	. .	. .	. .	. .	—	—……	Epidot. Chlorit.
Quarz	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. —	

1) Der grösste Theil dagegen scheint secundär zu sein.

Structurell[1]) erscheint also das Gestein, von welchem der Kern der Variole herstammt, als ein panidiomorph-körniges Gemenge im Sinne Rosenbusch's und besitzt die *structure granulitique* Michel-Lévy's[2]) und der französischen Petrographen.

Diese Gemenge lässt sich durch folgende Formel ausdrücken:

$$\Gamma\beta - \overline{(F_{\dot{1}\cdot\dot{2}\cdot\dot{5}\cdot\ddot{6}\cdot\dot{7}}) + (a_1 + t)} \underline{+ A_2 \dot{q}}.$$

Feldspath; Orthoklas; an den kleineren in der Hornblende schwebenden, seltener auch an den grösseren (in Folge der sehr fortgeschrittenen Zersetzung) nimmt man geradlinige Krystallelemente wahr, die allenfalls auf M (010), P (001), t (110) zurückgeführt werden können. Die Durchschnitte pflegen fast isometrisch nach allen drei Axen ausgebildet zu sein; Karlsbader Zwillinge nicht selten; die Spaltbarkeiten P (001) und M (010) sind durch dunkle flitterartige Gebilde markirt; central Anhäufungen von farblosen, lebhaft polarisirenden Muskovit- und Zoisitähnlichen Substanzen. Auslöschung parallel einer Seite oder bis 7° dazu, in anderen Fällen bis 23°.

Die grösseren meist in Muskovit, Zoisit und Epidot-Aggregate umgewandelten Orthoklase sind hypidiomorph, d. h. zeigen gegenseitig ineinandergreifende geradlinige Begrenzungselemente. Stellenweise fallen aus kleineren Individuen bestehenden Mosaikpartien in's Auge. In den frischeren Durchschnitten sind die Spaltbarkeiten ebenfalls durch dunkle Flitter angedeutet, deren Menge oftmals so gross ist, dass dieselben grau-getrübt erscheinen; Karlsbader Zwillinge ziemlich häufig; optisches Verhalten durchaus normal.

Interpositionen: Apatitsäulchen; die eigentliche Feldspathsubstanz erscheint bei starker Vergrösserung mitunter noch ganz frisch und die dunklen Flitter lösen sich zu opaken Infiltrationen, länglichen verästelten Hohlräumen, Flüssigkeitseinschlüssen mit winzigen zum Theil tänzelnden Libellen, länglichen, farblosen, anscheinend isotropen Täfelchen, Muskovitähnlichen Schuppen und Kaolin auf.

Plagioklas; ebenfalls stark zersetzt und structurell wie Orthoklas beschaffen, man kann aber mitunter noch eine deutliche Zwillingsstreifung nach den Albit- und Periklin-Gesetzen wahrnehmen; Zwillingslamellen nicht besonders fein; Maximalauslöschung 23°, Interpositionen und Zersetzungserscheinungen wie beim Orthoklas.

Quarz; sehr spährlich einheitliche Partien oder Aggregate von Körnern; unregelmässige Räume zwischen Feldspathen und Amphibolen ausfüllend; führt nur winzige leere und fluidale Poren.

Amphibol; frisch; grosse stengelige, an den Enden spiessig-ausgefaserte, meist allotriomorphe, gegenseitig hypidiomorphe und selten in den Feldspath randlich einschneidende

1) Ganz ähnliche Structuren sind ausserordentlich häufig in den dunklen Einschlüssen im Granit von Striegau und vielen anderen Localitäten verbreitet.

2) Vergl. Michel-Lévy, structure et classification des roches éruptives, Paris 1889.

Individuen; die prismatische Spaltbarkeit giebt denselben oft ein recht faseriges Ansehen. Pleochroismus ziemlich lebhaft:

𝔠 grün in's Bläuliche.
𝔟 grün in's Gelbliche.
𝔞 strohgelb.

Absorbition deutlich: $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$

Auslöschung: $c : \mathfrak{c}_{na}$ 20° 3′

Dispersion $\rho < \upsilon$; $2V_{na}$ 82°; optischer Charakter negativ; Differenz $\alpha - \gamma = 0.022$; Brechungsindex 1.635.

Interpositionen: umhüllt häufig um und um ausgebildete Feldspathkrystalle und -körner; Apatithexagone; Erz- und Titanitkörner; selten Zirkon.

Zur chemischen Untersuchung wurden möglichst einschlussfreie Stücke ausgesucht und diese sodann mit Kaliumquecksilberjodidlösung von Feldspath, mit HCl von Chlorit befreit.

Ich erhielt folgende Resultate:

Analyse IX (Amphibol des Kernes).

Volum-Gewicht bei $13\frac{1}{2}$° C.: 3.187.

		Sauerstoff.	Elemente.	Atomquotienten.			
Kieselsäure	47.15	= 25.150 +	Si 22.000	= 0.7857			1.8190
Thonerde	6.11	= 2.847 +	Al 3.264	= 0.1186	0.1441	1.0333	
Eisenoxyd	2.05	= 0.615 +	$\overset{\text{III}}{\text{Fe}}$ 1.435	= 0.0255			
Eisenoxydul	14.18	= 3.150 +	Fe 11.030	= 0.1970	0.8892		
Magnesia	17.54	= 7.016 +	Mg 10.524	= 0.4385			
Kalk	9.53	= 2.723 +	Ca 6.807	= 0.1702			
Natron	2.03	= 0.524 +	Na 1.506	= 0.0655			
Kali	0.85	= 0.145 +	K 0.705	= 0.0180			
(H_2O) Glühverlust	0.53		O 48.170	= 3.0106			
Summa:	99.97						

Sauerstoffverhältniss: O der Sesquioxyde 3.462
» » » Monoxyde 13.558
» » » Kieselsäure 25.150

$$= \frac{3.462 + 13.558}{25.150} = 0.676$$

$$\text{oder sogenannter Atomquotient} = \frac{\text{Summe der Atomquotienten der Elemente } 1.8190}{\text{Atomquotient des Sauerstoffs } 3.0106} = 0.604.$$

Titaneisen; unregelmässige, in Säuren fast unlösliche Partien, die meistens von einem körnigen, oft aber auch homogenen hellgelben Titanomorphitrand umgeben sind.

Magnetit; einige der kleinen opaken Körner lösen sich leicht in Säuren und gehören daher hierher.

Titanit; zum primären Titanit gehören spärliche sehr kleine spitzrhombische Kryställchen.

Apatit; stellenweise häufig, sonst selten; abgerundet hexagonale Querschnitte und kurze Säulchen von 0.05 mm. bis 0.01 mm.

Zirkon; im Schliffe nur einmal beobachtet; durch Auflösen von 5 Gramm Gesteinpulver in HFl und anderen Säuren wurden 4 Krystallchen gewonnen; es sind dies sehr mangelhaft nach (111) (110) (311) ausgebildete, an Ecken und Kanten stark abgerundete, bräunlichgelbe Krystalle. Echter *Gneisstypus.* Um einen grossen dunkelbraunen bis opaken centralen Kern, eine Gruppe ebensolcher Körner oder um eine centrale Trübung mit verschwommenen Contouren legen sich zahlreiche sehr dichte Zonenstreifen, die dem Umriss des Krystalls nur beiläufig conform sind. Zwei Krystalle sind rissig, braun und wenig pellucid.

Grösster beobachteter Krystall: 0.25 mm. lang, 0.08 mm. breit und dick; durchschnittlich 0.10 mm. lang, 0.02 mm. breit und dick.

Interpositionen: grosse centrale dunkelbraun-gekörnelte bis ganz opake Einschlüsse; kleinere ovale und runde opake Körner; verschiedenförmige Hohlräume.

Zersetzungsprodukte: Die Zersetzung des Feldspathes geht in der Weise vor sich, dass sich darin verworrene Muskovit- (Sericit-), Zoisit- und Epidot-Nester ansiedeln, die sich immer mehr und mehr vergrössern und zuletzt die Feldspathsubstanz gänzlich aufzehren.

Zoisit: nicht selten vollkommen idiomorphe, mehr oder weniger länglich viereckige oder säulenförmige farblose Durchschnitte, stengelige Individuen und meist verworrene Aggregate. Interferenzfarben bis blau I-ter Ordnung; optischer Charakter positiv; Differenz $\alpha - \gamma = 0.0058$.

Epidot ist ebenso beschaffen wie im Muttergestein (p. 41).

Chlorit geht aus Hornblende hervor; sehr spärlich vorhanden; im Amphibol unregelmässige Räume ausfüllend; kaum pleochroitisch und fast isotrop.

Titanomorphit; fast jede Erzpartie ist von einem bald körnigem, bald homogenen, hellgelblich pellucidem Titanomorphitrand umgeben.

I-te Calotte.[1])

Die Zonen verfliessen unmerklich in einander und es lässt sich zwischen ihnen keinerlei scharfe Abgrenzung treffen.

A. Die zunächst dem Kern liegenden specksteinartigen Partien bestehen aus einem

1) Taf. II. Fig. 4, IV-te Calotte.

dichten Filz von Muscovit- (Sericit-), Zoisitfasern, Epidotkörnern und etwas Kaolin. Die faserigen Elemente sind häufig nach zwei einander unter verschiedenen Winkeln schneidenden Richtungen, die wahrscheinlich der ursprünglichen Spaltbarkeit P (001) und M (010) des Feldspaths entsprechen, verwoben. Hier trifft man hie und da aus völlig frischem Feldspath bestehende Nester, welche die ursprüngliche Beschaffenheit dieser zersetzten Zone repräsentiren. Dieselben bestehen aus wenig idiomorphem Erz und hypidiomorphem Orthoklas und Plagioklas; von Hornblende konnte keine Spur mehr constatirt werden. Charakteristisch für diese Zone ist der Umstand, dass hier ein panidiomorph-körnig-granitisches Gemenge ohne Spur von strahliger Anordnung vorliegt.

B. Die nun folgende Zone ist grösstentheils frisch und zeigt folgende

Mikroskopische Zusammensetzung:

Primäre Gemengtheile. . .	Wesentliche . .	Amphibol (A_2). Plagioklas (t).
	Accessorische .	Orthoklas (a_1). Erz ($F_{1\cdot2}$). Titanit (F_7). Apatit (F_5). Zirkon (F_6).
Secundäre Gemengtheile		(Biotit) Muskovit. Chlorit. Titanomorphit. Epidot, Zoisit.

Die Paragenesis dieser Gemengtheile mit ihren genauen reciproken Beziehungen giebt folgende Tabelle:

	Primär:			Secundär:
Zirkon	—			
Apatit	—			
Erz ($F_{1\cdot2}$) . . .	—.....	....	....	Titanomorphit.
Titanit	—			
Amphibol . . .	.	——	....	Chlorit. Biotit.
Orthoklas . . .	. .	. ——	——....	Muskovit. Zoisit. Epidot.
Plagioklas . . .	. .	. ——	——	

Die Structur ist eine im Sinne Rosenbusch's panidiomorph körnige, nach Michel-Lévy «structure granitique franche» ($\Gamma\alpha$). Hier beginnt bereits eine in's Auge fallende radial-strahlige Anordnung einiger Elemente, die aber hauptsächlich durch Hornblende zum Ausdruck gebracht wird.

Dies drückt sich mit Formeln folgendermaassen aus:

$$\Gamma\alpha\rho\,^{1)} — \overline{(F_{1\cdot2\cdot\dot{5}\cdot\ddot{6}})\overset{\rho}{\dot{A}}_2}\,\underline{\dot{a}_1\,t.}$$

Plagioklas; grössere vielfach mit geradlinigen Auszahnungen ineinandergreifende, gegenseitig hypidiomorphe Felder und dazwischen hie und da Mosaike von rein zuckerkörnigem Gefüge. In Bezug auf die Variole scheint durchaus keine regelmässige Anordnung der Individuen statt zu haben. Zwillingsbau meist äusserst complicirt: mannigfaltige Combinationen des Karlsbader, Albit- und Periklingesetzes. Mechanische Deformation, wie Biegungen, Verschiebungen und Knickungen von Zwillingslammellen gehören hier zu den gewöhnlichen Erscheinungen.

Nach dem Werth der Auslöschungsschiefen zu urtheilen, scheinen zum Mindesten zwei trikline Feldspathe vorzuliegen; für die eine Reihe wurden 24°—26°, für die andere 9°—13° als Maximalschiefen gefunden. Zu der ersteren gehören meist die grösseren Felder, zur zweiten die kleineren Körner. Differenz $\alpha - \gamma = 0.0083$. *Interpositionen:* mitunter zierliche hellgrüne Amphibolmikrolithe nach (100) (110) (010) (111); ein Zirkonkrystallchen; winzige leere Poren.

Orthoklas; spärliche einheitliche oder einfach nach dem Karlsbader Gesetze verzwillingte Körner und idiomorphe, im Plagioklas schwebende[2]) Individuen.

Amphibol; grosse idiomorphe, unregelmässig zackige und ausgefranste, langprismatische (verlängert nach d. c.-Axe) Querschnitte. Die erste Bildungsphase derselben deckt sich mit der letzten Bildungsphase des Feldspathes und daher schneidet häufig idiomorphe Hornblende randlich in diesen ein. Die Längsaxen und somit auch die Spaltrinne nach (110) stehen sehr häufig auf dem virtuellen Centrum der Sphäroide annähernd radial. Daneben kommen Streckungen nach anderen Richtungen vor. Ausser der gewöhnlichen Theilbarkeit (110) nimmt man eine Art krummschalige Absonderung quer zum Prisma wahr.

Pleochroismus nicht besonders intensiv.

𝔠 grünlich in's Blaue.
𝔟 saftgrün.
𝔞 grünlichgelb.

1) $\Gamma\alpha\rho$ = granitisches Gefüge mit radialer Anordnung gewisser Gemengtheile.

2) cf. v. Chrustschoff, Beitr. z. Petr. Wolhynien's u. Russl. Tschermak's Min. u. Petr. Mitth. B. IX, p. 479 sqq.

Absorbtionsunterschiede $c = b > a$; Auslöschung bis 13°; Differenz $\alpha - \gamma = 0.025$; optischer Charakter negativ; Zwillingsbildungen nach (100) häufig; meist sind, ähnlich wie bei Augiten, in ein einheitliches Individuum mehrere Zwillingslamellen von verschiedener Länge eingeschaltet. *Interpositionen:* Erzkörner, Titanit, winzige Poren.

Titanit; primär äusserst selten; in Form von kleinen im Feldspath und Hornblende schwimmenden Körnern.

Apatit; unregelmässig abgerundete Körner und Säulchen.

Erz; reichlich; Körner, scharf-quadratische Krystalle sowie aus solchen bestehende Complexe deuten auf Magnetit hin; doch ist derselbe stark titanhaltig, denn viele Individuen sind von einem lichtgelb-pellucidem Titanomorphitrand umgeben.

Zersetzungsprodukte; faseriger, bläulichgrüner, fast isotroper *Chlorit* geht aus Hornblende hervor; Biotit scheint ebenfalls secundär; der Feldspath ist stellenweise in einen Muskovitfilz (Sericit) mit Epidot- und Zoisitnestern umgewandelt.

II-te Calotte[1].

In dieser Zone beginnt das Korn des Gemenges sichtbar abzunehmen; besonders werden die Amphibole kleiner, um erst in der peripherischen Zone wieder grössere Dimensionen aufweisen.

Mikroskopische Zusammensetzung:

Primäre Gemengtheile...	Wesentliche ..	Amphibol (A_2).
		Plagioklas (t).
		Erz (F_1).
	Accessorische .	Orthoklas (a_1).
		Biotit (M).
		Titanit (F_7).
		Apatit (F_6).
Secundäre Gemengtheile		Chlorit, Epidot.
		Muskovit.
		Titanomorphit.

Die paragenetischen Verhältnisse gestalten sich hier ähnlich wie in der ersten Zone, allein es tritt Biotit als primärer Gemengtheil hinzu, das Erz beginnt von hier an eine wesentliche Rolle zu spielen und Orthoklas fehlt fast gänzlich. Die Ausscheidungsfolge wird durch folgende Tabelle illustrirt:

1) Taf. II. Fig. 4, III-te Calotte.

	Primär:			Secundär:
Apatit	—			
Erz	—......	....	....	Titanomorphit.
Titanit	—			
Biotit.	. ——	—		
Amphibol . . .	. .	————	———......	Chlorit, Epidot.
Feldspath . . .	. . .	. .	———	Muskovit, Zoisit.

Wenden wir Formeln an, so haben wir:

$$\Gamma\alpha\rho - \overline{(F_{1\cdot\ddot{5}\cdot\ddot{7}})\,\dot{M}\overset{\rho}{\dot{A}}_2}\,\underline{t\,\dot{\mathring{a}}_1}.$$

Plagioklas; wie in der ersten Zone; doch treten viel zahlreichere, nach der Klinodiagonale gestreckte Individuen auf, deren Längsaxen annähernd den Radien des Sphäroids entsprechen; Zwillingsbau sehr complicirt: häufig fanden sich sägenartig ineinandergreifende, nach dem Periklingesetze polysynthetische Stöcke sowie schachbrettartige Bildungen, worin jedes Feld aus nach beiden (Albit- und Periklin-) Gesetzen verzwillingten Lamellensystemen besteht; die optische Orientirung ist in jedem Felde etwas anders, um eine geringe Winkelgrösse wie verschoben. Gewisse unentwirrbar ineinandergepresste, unter verschiedenen Winkeln sich schneidende Lamellensysteme scheinen ebenfalls in die Categorie der mechanischen Veränderungen zu gehören. Auslöschung bis 13° (symmetrisch). Differenz $\alpha - \gamma = 0.0085$; *Interpositionen:* die kleinen mit deutlichen Endigungen versehenen Amphibolsäulchen nach (001) (100) (110) (010) (111) sind hier zahlreicher; ebenso Biotitschuppen und Erzkörner.

Orthoklas; ganz vereinzelte Partien.

Amphibol; reichlicher als vorher und viel dichter; längliche, zerrissene, lappig-ausgefranste, einheitliche Individuen oder Knäuel verschieden orientirter Körner. Die prismatischen Streckungsaxen (ebenso wie die Spaltrisse nach [110]) der homogenen Durchschnitte sowie die Längsaxen der Körnergruppen entsprechen meist den Radien der Variole; optisches Verhalten wie sonst; führt dieselben Interpositionen.

Erz; ebenfalls reichlicher als vorher und dichter; runde Körner, scharfe Krystalle, längliche, z. Th. unregelmässig abgerundete, z. Th. mit geradlinigen Begrenzungselementen versehene Partien und Körnergruppen, deren Streckungsaxen meist radial stehen.

Apatit und *Titanit* wie oben.

Zersetzungsprodukte wie sonst.

III-te Calotte.[1])

Im Allgemeinen wie die II-te Zone, aber stärker zersetzt; die Hornblende tritt bedeutend zurück und die radiale Structur wird hauptsächlich durch radiale Anordnung der Erzkörner erzeugt.

Mikroskopische Zusammensetzung:

Primäre Gemengtheile . .	Wesentliche . .	Plagioklas (t). Erz (F_1).
	Accessorische .	Amphibol (A_2). Orthoklas (a_1). Biotit (M). Apatit (F_5).
Secundäre Gemengtheile		Muskovit, Chlorit. Epidot, Titanomorphit.

Amphibol wie Erzpartien zeigen durchaus geringere Dimensionen; Orthoklas wurde nur zweimal mit Sicherheit constatirt. Der Feldspath ist zum grossen Theil in einen dichten Muskovitfilz umgewandelt. Dennoch lässt sich die Paragenesis noch deutlich genug entziffern:

	Primär:				Secundär:
Apatit	—				
Erz	. —	....	....		Titanomorphit.
Biotit.	. .	——			
Amphibol . . .	. .	——	....		Chlorit, Epidot.
Feldspath . . .	. .	. —	——		Muskovit, Zoisit.

und demnach mit Formeln:

$$\Gamma\alpha\rho - \overline{(\overset{\rho}{\dot{F}}_{1\cdot\dot{5}})\,\dot{M}\dot{A}_2}\,\underline{\dot{\dot{a}}_1\,t}.$$

1) Taf. II. Fig. 4, II-te Calotte.

IV-te Calotte[1].

Mikroskopische Zusammensetzung:

Primäre Gemengtheile. . .	Wesentliche . .		Orthoklas (a_1).
			Amphibol (A_2).
			Erz (F_1).
	Accessorische .		Plagioklas (t).
			Biotit (M).
			Apatit (F_5).
Secundäre Gemengtheile			Chlorit, Muskovit.
			Epidot, Zoisit.
			Titanomorphit.

In dieser peripherischen Zone fallen sofort folgende Mikrostructurverhältnisse in's Auge: die radial angeordneten Amphibole stehen dichter und sind viel grösser; Erz nimmt auffallend an Menge zu und bildet grössere Körner und idiomorphe Partien; endlich spielt Orthoklas wieder eine wesentliche Rolle. Die paragenetischen Beziehungen gestalten sich folgendermaassen:

	Primär:			Secundär:
Apatit	—			
Erz	. —	....	....	Titanomorphit.
Biotit.	. .	——		
Amphibol . . .	. .	. ——	—......	Chlorit, Epidot.
Feldspath . . .	. .	. .	——	Muskovit, Zoisit.

Mit Formeln haben wir demnach:

$$\Gamma\alpha\rho — \overline{(\overset{\rho}{F}_{1\cdot\dot{5}})\,\dot{M}\,\overset{\rho}{A}_2}\,\underline{a_1\,\dot{t}}.$$

---

1) Taf. II. Fig. 4, I-te Calotte.

Orthoklas; meist nach der Klinodiagonale gestreckte, hypidiomorphe Durchschnitte; zuweilen, obschon seltener finden Streckungen nach anderen Axen statt. Nur zum Theil frisch, sonst getrübt und in vorgeschrittener sericitischer Umwandlung begriffen. Von geradlinigen Spaltbarkeiten keine Spur, dagegen grobe krummschalige Risse sehr verbreitet. Das optische Verhalten dieses Orthoklases bietet nichts Bemerkenswerthes; Differenz $\alpha - \gamma = 0.0078$.

Plagioklas; von der allgemeinen Form des Orthoklases; die Spaltbarkeiten P (001) und M (010) oft durch dunkle Infiltrationen angedeutet; die übrigen Eigenschaften stimmen mit denjenigen der bereits beschriebenen Plagioklase überein. Die Auslöschungsschiefe steigt nicht selten bis auf 26°, ein Umstand, der auf eine basischere Constitution hindeutet; Differenz $\alpha - \gamma = 0.0088$.

Interpositionen: zierliche prismatische Amphibolmikrolithe, Biotittäfelchen und schöne fluidale Poren mit spontan beweglichen Libellen.

Amphibol; nach verschiedenen Richtungen[1]) verlängerte Individuen oder längliche Körneraggregate; deren Längsaxen beiläufig den Radien entsprechen. Pleochroismus nicht besonders intensiv:

𝔠 bläulichgrün.
𝔟 saftgrün.
𝔞 grünlichgelb.

Absorbtion $\mathfrak{c} = \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$; Differenz $\alpha - \gamma = 0.024$; optischer Charakter negativ; Auslöschung bis 14°. Zwillingsbildungen nach (100) nicht selten. Diese Eigenschaften beweisen, dass in allen Schalen dieselbe Hornblende auftritt.

Biotit; reichlicher als in anderen Zonen; kleine Schuppen und grössere Tafeln; Pleochroismus intensiv:

𝔠 dunkelbraun bis fast opak.
𝔟 heller braun.
𝔞 bräunlichgelb.

Absorbtion $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$; Differenz $\alpha - \gamma = 0.052$.

Erz; die Erzindividuen erreichen hier viel ansehnlichere Dimensionen als an allen anderen Orten der Variole, besitzen aber dieselben Formen wie sonst. In Säuren nicht besonders schwer löslich, dennoch treten hie und da Titanomorphitsäume auf; es scheint daher ein titanhaltiger Magnetit vorzuliegen.

Zersetzungsprodukte; wie sonst, doch in geringerem Maasse.

---

1) Indess scheinen Streckungen nach dem Prisma vorzuherrschen.

Zirkon; Natürlich war kaum daran zu denken aus jeder einzelnen Zone Zirkon zu isoliren, da es aber sehr wichtig war, die Eigenschaften desselben in dem Complexe der Zonen kennen zu lernen, so opferte ich zu diesem Zwecke eine halbe Variole, deren Kern sorgfältig entfernt wurde. Indessen konnten kaum 10 Kryställchen gewonnen werden. Auffallender Weise besitzt dieser Zirkon keinerlei Aehnlichkeit weder mit demjenigen des Muttergesteines noch mit demjenigen des Kernes [1]).

Habitus aussergewöhnlich langprismatisch und schlank; meist wenig scharf ausgebildet; nach (110), (111) sehr untergeordnet, hie und da kleine Flächen nach (311). Die eigentliche Zirkonsubstanz ist fast farblos, doch verleihen den meisten Krystallen eine Menge unregelmässiger Risse (wahrscheinlich ferruginöse Infiltrationsprodukte enthaltend) sowie eine verworrene Zonarstructur ein ganz trübes, malakonartiges Aussehen.

Interpositionen: grosse, wahrscheinlich hyaline Einschlüsse; schlauch-wurstartige Cavernositäten. *Dimensionen:* grösster Krystall 0.8 mm. lang, 0.01 mm. dick; durchschnittlich 0.14 mm. lang und 0.02 mm. dick.

Aus dem Zonencomplex wurden vermittelst Kaliumquecksilberjodidlösung Feldspath und Amphibol isolirt und mit folgenden Resultaten analysirt:

Analyse X (Amphibol der Calotten).

Volum-Gewicht bei 14° C.: 3.088.

			Sauerstoff.		Elemente.			Atomquotienten.			
Kieselsäure	49.18	=	26.220	+	Si	22.960	=	0.8200			1.8138
Thonerde	7.23	=	3.370	+	Al	3.860	=	0.1404	0.1864	0.9938	
Eisenoxyd	3.76	=	1.128	+	$\overset{\text{III}}{\text{Fe}}$	2.632	=	0.0460			
Eisenoxydul	6.09	=	1.350	+	Fe	4.740	=	0.0850	0.8074		
Magnesia	17.58	=	7.032	+	Mg	10.548	=	0.4395			
Kalk	13.35	=	3.814	+	Ca	9.536	=	0.2384			
Natron	1.07	=	0.276	+	Na	0.794	=	0.0345			
Kali	0.47	=	0.380	+	K	0.090	=	0.0100			
(H_2O) Glühverlust	1.18				O	43.570	=	2.7231			
Summa:	99.91										

1) Ein analoges Vorkommen in den Sphäroiden von Ghistorrai bei Fonni auf Sardinien werden wir später genauer zu besprechen haben.

Sauerstoffverhältniss: Sauerstoff der Monoxyde 12.852
» » Sesquioxyde 4.498
» » Kieselsäure 26.220.

$$= \frac{12.852 + 4.498}{26.220} = 0.662$$

oder mein sog. Atomquotient:

$$= \frac{1.8138 \text{ Summe der Atomquotienten der Metalle}}{2.7281 \text{ Atomquotient des ganzen Sauerstoffs}} = 0.665.$$

Analyse XI (Feldspath der Calotten).

Volum-Gewicht bis $13^1/_2$° C.: 2.618.

			Sauerstoff.			Elemente.		Atomquotienten.			
Kieselsäure	65.75	=	35.060	+	Si	30.690	=	1.0960			1.8736
Thonerde	20.35	=	9.484	+	Al	10.866	=	0.3951		0.7776	
Eisenoxyd	Spur		—			—		—			
Magnesia	0.53	=	0.212	+	Mg	0.318	=	0.0132	0.3825		
Kalk	1.79	=	0.510	+	Ca	1.280	=	0.0320			
Natron	9.06	=	2.340	+	Na	6.720	=	0.2922			
Kali	2.12	=	0.360	+	K	1.760	=	0.0451			
Glühverlust	0.45				O	47.966	=	2.9979			
Summa:	100.05										

Sauerstoffverhältniss: Sauerstoff der Monoxyde 3.422
» » Sesquioxyde 9.696
» » Kieselsäure 35.060.

$$= \frac{3.422 + 9.696}{35.060} = 0.374$$

oder Atomquotient:

$$= \frac{1.8736 \text{ Summe der Atomquotienten der Metalle}}{2.9979 \text{ Atomquotient des ganzen Sauerstoffs}} = 0.625.$$

Berechnung des Albit-Anorthitgehaltes aus der Analyse XI: aus SiO_2 und Na_2O, wozu für 2.12 K_2O, 1.40 Na_2O hinzugefügt werden müssen (im Ganzen also 10.46 Na_2O):

$$ma + ne = 65.75 \qquad a = 68.6, \qquad d = 11.8$$
$$md + nh = 10.46 \qquad e = 43, \qquad h = 0$$

$$\frac{m}{n} = \frac{\begin{vmatrix} 65.7 & 43.0 \\ 10.4 & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 68.6 & 65.7 \\ 11.8 & 10.4 \end{vmatrix}} = \frac{381}{62}$$

demnach

$$Ab : An = 6 : 1$$

oder in Procenten:

$$85.7\ Ab + 14.3\ An$$

oder auch $Ab_6 An_1$.

Zusammenstellung des mikroskopischen Bestandes aller Theile des Gesteins

		M.-Gestein.	Kern	I-te Calotte	II-te Calotte	III-te Calotte	IV-te Calotte
Primäre Gemengtheile.	Wesentliche.	Orthoklas Plagioklas Amphibol Quarz	Orthoklas Plagioklas Amphibol	Plagioklas Amphibol	Plagioklas Amphibol Erz	Plagioklas Erz	Orthoklas Amphibol Erz
	Accessorische	Erz Titanit Apatit Zirkon	Quarz Erz Titanit Apatit Zirkon	Orthoklas Erz Titanit Apatit Zirkon	Orthoklas Biotit Titanit Apatit	Orthoklas Biotit Amphibol Apatit	Plagioklas Biotit Apatit
Secundäre Gemengtheile....		Chlorit Muskovit Epidot Zoisit Kaolin Titanomorphit	Chlorit Muskovit Epidot Zoisit Kaolin Titanomorphit	Chlorit Muskovit Epidot Zoisit Kaolin Titanomorphit	Chlorit Muskovit Epidot Zoisit Kaolin Titanomorphit	Chlorit Muskovit Epidot Zoisit Kaolin Titanomorphit	Chlorit Muskovit Epidot Zoisit Kaolin Titanomorphit

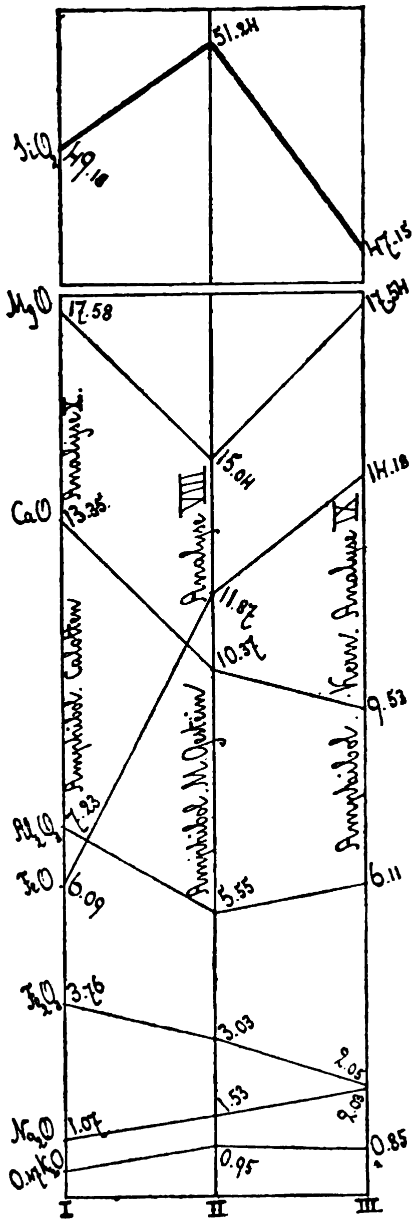
Zusammenstellung der paragenetischen Verhältnisse:

Gemengtheile:	Ort:	Primär:						Secundär:
Zirkon . . . . Apatit . . . . Erz	M.-Gestein . .	—						Erz in Titanomorphit.
	Kern	—						
	I. Calotte. .	—						
	II. Calotte. .	—						
	III. Calotte. .	—	Erz					
	IV. Calotte. .	—	Erz					
Titanit	M.-Gestein . .	. —	—					
	Kern	. —						
	I. Calotte. .	—						
	II. Calotte. .	—						
	III. Calotte. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	
	IV. Calotte. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	
Biotit	M.-Gestein . .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	
	Kern	. .	. .	. .	. .	. .	. .	
	I. Calotte. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	
	II. Calotte. .	. —	—					
	III. Calotte. .	. .	—					
	IV. Calotte. .	. .	—					
Amphibol. . .	M.-Gestein . .	. .	—	—	—			Chlorit, Epidot (Biotit).
	Kern	. .	. .	. .	. .	—	—	
	I. Calotte. .	. —	—					
	II. Calotte. .	. .	—	—				
	III. Calotte. .	. .	—					
	IV. Calotte. .	. .	. —	—				
Orthoklas. . . (Feldspath) . .	M.-Gestein . .	. .	. .	—	—	—		Muskovit (Sericit). Zoisit. Kaolin.
	Kern	. .	—	—	—	—		
	I. Calotte. .	. .	. .	. —	—			
	II. Calotte. .	. .	. .	. .	—			
	III. Calotte. .	. .	. .	. —	—			
	IV. Calotte. .	. .	. .	. .	—			
Plagioklas . . α-Feldspath .	M.-Gestein . .	. .	. .	. .	. .	. .	—	Muskovit (Sericit). Zoisit. Kaolin.
	Kern	. .	. .	. .	. .	. .	. .	
	I. Calotte. .	. .	. —	—				
	II. Calotte. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	
	III. Calotte. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	
	IV. Calotte. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	
Quarz.	M.-Gestein . .	. .	. .	. .	. —	—	—	
	Kern	. .	. .	. .	. .	. .	. —	
	I. Calotte. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	
	II. Calotte. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	
	III. Calotte. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	
	IV. Calotte. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	

Uebersichtstabelle der Analysen:

	Amphibol			Plagioklas
	An. VIII. M.-Gestein.	An. X. Calotten d. V.	An. IX. Kern d. V.	An. XI. Calotten d. V.
Kieselsäure	51.24	49.18	47.15	65.75
Thonerde	5.55	7.23	6.11	20.35
Eisenoxyd	3.08	3.76	2.05	—
Eisenoxydul	11.87	6.09	14.18	—
Magnesia	15.04	17.58	17.54	0.53
Kalk	10.37	13.35	9.58	1.79
Natron	1.53	1.07	2.03	9.06
Kali	0.95	0.47	0.85	2.12
(H_2O) Glühverlust .	0.46	1.18	0.53	0.45
Summa	100.04	99.91	99.97	100.05
Volum-Gewicht . . .	3.218	3.088	3.187	2.618
O-Quotient	0.588	0.662	0.676	0.374
Atom-Quotient . . .	0.621	0.665	0.604	0.625
Analysator:	Autor	Autor	Autor	Autor

Graphische Zusammenstellung der Analysenresultate:



Beim ersten Blick auf diese Tabelle fallen zunächst folgende Umstände in's Auge: die Amphibole des Kernes und des Muttergesteins besitzen eine wesentlich verschiedene chemische Constitution und stammen daher augenscheinlich aus verschiedenen Gesteinen; der SiO_2-Gehalt der die Calotten aufbauenden Hornblende steht in der Mitte zwischen dem SiO_2-Gehalte der Hornblenden des Kernes und des Muttergestein's; den basischesten Amphibol enthält der Kern, den sauersten das Muttergestein der Sphäroide und die Calotten einen zwischen diesen beiden stehenden. Die Amphibole des Kernes und der Calotten enthalten fast gleichviel MgO, diejenige des Muttergesteins bedeutend weniger. Der grössere Gehalt an Kalk und Thonerde der Calotten ist wahrscheinlich aus dem basischen Feldspath des Kernes herzuleiten. Die bedeutende Abnahme an Eisenoxyden des Amphibols der Calotten ist offenbar dadurch zu erklären, dass das meiste Eisen zur Bildung des Magnetits, welcher in den Zonen vom Kern zur Peripherie eine immer wesentlichere Rolle spielt, schon lange bevor die Individualisation des Amphibols ihren Anfang nahm, bereits verbraucht war. Natron und Eisenoxydul steigen und fallen in gleichem Sinne: d. h. normal, wenn man die Calotten als ein aus dem Kernmaterial und dem Muttergestein hervorgegangenes Mischungsprodukt ansieht; der Amphibol des Muttergesteins enthält am meisten Kali, etwas weniger derjenige des Kernes, am wenigsten derjenige der Calotten, ein Umstand, den ich vorerst nicht recht zu deuten vermag.

Somit wäre die Genesis der Sphäroide etwa in folgender Weise zu interpretiren:

I. Ein basischerer Einschluss eines fremden Gesteins oder eine basischere primordiale Ausscheidung aus dem Amphibolgranitmagma selbst wurde theilweise wieder resorbirt.

II. Als sich nun die Bildungsfactoren (Abkühlung, Druck, Wassergehalt etc.) in einer gewissen Weise änderten, trat eine erneuerte Krystallisation ein und es setzten sich um den Einschlussrest concentrische Lagen eines aus dem mit der Einschlusssubstanz gesättigten Granitmagma hervorgegangenen Materials so lange ab, bis jene bei gewöhnlicher Granitbildung obwaltenden Umstände wieder die Oberhand gewonnen hatten.

III. Die sphärolithischen Bildungen deuten im Allgemeinen auf eine raschere Krystallisation hin und es muss daher die Ausscheidung der concentrischen Lagen rascher erfolgt sein als die Individualisation des umschliessenden Granitmagmas. Von dem bereits verfertigten Kerne gingen gewisse richtende Einflüsse aus, so dass Amphibol, Erz und z. Th. Feldspath sich radial anzuordnen gezwungen wurden.

Variolithischer Granit, Kunnersdorf, Schlesien.

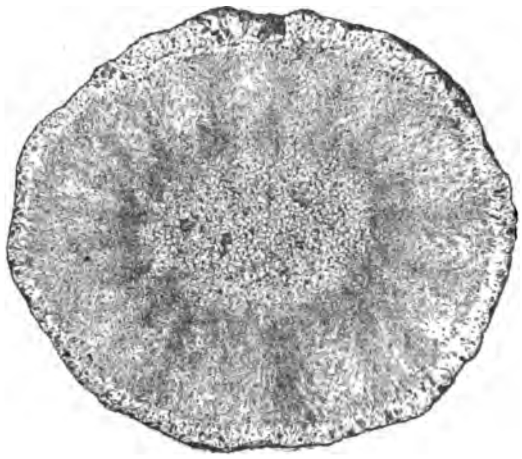
Der Granitteig, in welchem die 8—15 cm. grossen runden, etwas abgeplatteten oder abgerundet eckigen Sphäroide eingebettet liegen, besteht makroskopisch aus einem röthlichgrauen mittel- bis feinkörnigen Gemenge von milchig-weissem, oft in's Rosa ziehendem Feldspath, graupellucidem Quarz — diese beiden oft pegmatitisch mit einander verwachsen — sehr wenig silbergrauem Muskovit und ganz vereinzelten Biotitschüppchen. Das Muttergestein und die Kugeln sind mit einander innig verwachsen, doch ist das Korn in beiden so verschieden, dass die Variolen grell hervortreten und sich ohne grosse Schwierigkeit herausschlagen lassen. Diese sphäroidalen Bildungen sehen von aussen wie Granitknauern aus und ihre eigentliche Natur kommt erst zum Ausdruck, wenn man dieselben durchschneidet. Von Sphäroiden kommen 2 Gattungen vor:

I. Der centrale Kern[1]) wird durch einen einzigen Orthoklaskrystall, Karlsbader Zwilling, von 2—5 cm. Durchmesser gebildet; tafelförmig nach M (001) oder gedrungen prismatisch, d. h. in der Richtung der Klinodiagonale ein wenig verlängert; aus den geradlinigen Umrissen lassen sich P (001), M (010), l (110), y ($\bar{2}01$), x ($\bar{1}01$), seltener n (021) ableiten. Sie besitzen eine röthliche Farbe und eine schon mit blossem Auge erkennbare perthitisch-faserige Structur. Im Innern der homogenen Orthoklasmasse schwimmen vereinzelte kleine weisse Krystalle eines anderen Feldspaths und Quarzkörnchen; in den Rändern derselben

1) cf. Taf. I.

finden sich grössere runde Quarzknauern und hie und da dunkelbraune Biotitpartien eingeschlossen. Die äusseren Umrisse solcher Variolen scheinen im Allgemeinen den Contouren der darin enthaltenen Krystalle zu entsprechen.

Figur 1.



II. Der Kern wird durch eine rundliche 3—6 cm. grosse Partie eines gelblichgrauen, feinkörnigen, dem Muttergestein durchaus unähnlichen Granit gebildet, der sich als ein kleinkörniges Gemenge von milchig-weissem und gelblichem Feldspath, grauem Quarz und sehr wenig dunklem Glimmer darstellt (Fig. 1). Obgleich diese Kerne eine ziemlich unregelmässige Form zu besitzen pflegen, so kann man doch durch die Verschiedenheit des Kornes leicht sehen, wo sie aufhören und die viel feiner struirte äussere Calotte beginnt.

Die Kerne der ersten und zweiten Art sind nun von einer 3—6 cm. breiten, grünlichgrauen, sehr feinkörnigen und compacten Calotte umgeben, deren strahlige Structur hauptsächlich durch grünlichgraue radial angeordnete Garben, Büschel und Flammen bedingt wird; ausserdem sieht man schon mit der Loupe radial angeordnete Züge eines weniger feinkörnigen (als die übrige Calotte) pegmatitisch[1]) struirten Materials.

Mikroskopische Zusammensetzung des Muttergesteins:

Primäre Gemengtheile...	Wesentliche ..	Orthoklas (a_1).
		Quarz (q).
	Accessorische .	Plagioklas (t).
		Biotit (M).
		Apatit (F_5).
		Magnetit (F_1).
		Zirkon (F_6).
Secundäre Gemengtheile		Chlorit, Muskovit.

Die reciproken Verhältnisse dieser Gemengtheile gestalten sich folgendermaassen: zuerst wurden Zirkon, Apatit, Erz und Biotit, dann Plagioklas nebst α-Quarz, zuletzt β-Quarz und

1) Die hier vorkommenden zwei Arten pegmatitischer Verwachsung sollen weiter unten eine genauere Besprechung finden.

Orthoklas zusammen in pegmatitischer Verwachsung ausgeschieden. Alle feineren gegenseitigen Beziehungen lassen sich viel anschaulicher graphisch präcisiren:

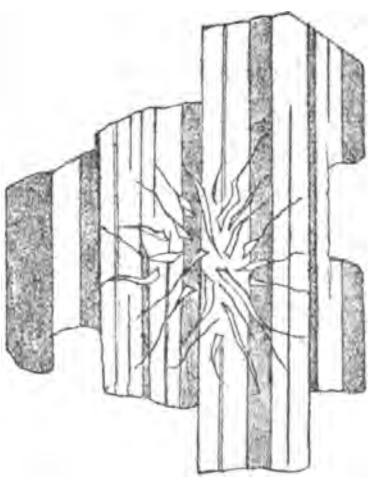
			Primär:			Secundär:
Zirkon	—					
Apatit	. —					
Erz	. —					
Biotit	. .	—......	......	......		Chlorit.
Plagioklas	. .	. —	—			
α-Quarz	. .	. —	—			
Orthoklas	. .	. .	. —	—.....		Muskovit.
β-Quarz	. .	. .	. .	—		

Structur: granitisch körnig und z. Th. pegmatitisch; mit Formeln also zu schreiben:

$$\Gamma\alpha\gamma - \overline{(F_{1\cdot\dot{\dot{5}}\cdot\dot{\dot{6}}})\,\dot{M}\,(\dot{t}} + \underline{q)\,(a_1 + q)}.$$

Plagioklas; idiomorphe, meist im Orthoklas schwebende Durchschnitte, woran man gelegentlich P (001) M (010) l (110) t ($\bar{1}$10) nebst y ($\bar{2}$01) oder a ($\bar{1}$01) identificiren kann; tafelförmig nach P (001). Nicht selten tritt hier eine eigenthümliche mikropegmatitartige Structur auf: die innere Partie, die Ränder oder ein, aus einer oder mehreren Zwillingslamellen bestehender Streifen allein sind von geschweiften, garbenähnlichen oft von einem Punkt divergirenden, äusserst feinen Quarzschmitzen, welche alle zugleich auslöschen, durchsetzt (Fig. 2).

Figur 2.



Zwillingsbau nach dem gewöhnlichen Gesetze: in der Regel setzt sich das Individuum aus mehreren breiten und dazwischen aus einer Anzahl haarfeiner Lamellen zusammen. Auslöschungsschiefe (im Schliff gemessen) bis 19°. Interferenzfarben bedeutend lebhafter als beim monoklinen Feldspath; während dieser nur in eisgrauen Tönen zwischen 60—100[1]) wandelt, erreicht der Plagioklas das Gelb I-ster Ordnung bis etwa 332. Differenz $\alpha - \gamma = 0.0088$. *Interpositionen:* allerwinzigste leere und fluidale Poren mit spontan beweglichen Libellen.

1) cf. Les Minéraux des roches, Michel-Lévy et Lacroix, farbige Tafel.

Orthoklas; oft etwas getrübte, gegenseitig hypidiomorphe von Quarz durchwachsene (ohne bestimmte Orientirung und pegmatitisch) Felder. Durch Trübungen und körnige Partien gelangen beide Spaltbarkeiten P (001) und M (010) zum Ausdruck; daher erscheint in Schnitten beiläufig senkrecht zu P (001) und M (010) ein rechtwinkeliges Gitter, wobei entweder die Fäden oder die Maschen getrübt sind. Kryptoperthitisch von einem anderen Feldspath durchdrungen; die langen, spindelförmigen, mit einander wie verflochtenen Fasern sind fast parallel zur Prismenaxe eingelagert und schliessen mit den Tracen der basischen Spaltbarkeit auf M (010) einen Winkel von 72° ein; sie werden dunkel, wenn ihre Längsaxe mit dem Nicolhauptschnitt einen wenig von 3° abweichenden Winkel macht. Ausser dieser gewöhnlichen treten hier noch zwei andere kryptoperthitische Structurformen auf:

I. auf dunkel eingestellte Durchschnitte lassen helle Garben, Flammen und hakenartige Partikel hervortreten, die eine gewisse Aehnlichkeit mit feingemasertem Holze aufweisen.

II. der sonst homogene Durchschnitt ist von einem verworrenen Geäder [1]) durchzogen, welches als Ganzes auslöscht.

Die optische Orientirung der Einschlüsse ist in demselben Individuum gleichartig, ihre Beziehung aber zum Wirthe habe ich leider nicht zu ermitteln vermocht, dennoch scheinen sie im allgemeinen nach dem Prisma gestreckt zu sein. Auslöschung in orientirt geschliffenen hauchdünnen Blättchen (Na-Licht mit Calderon'scher Platte):

auf P (001)	gegen die angeschlagene Kante P (001) : M (010)		0
» M (010)	» » Trace von P (001)	Hauptmasse	9° 45′
		Einschlüsse und Geäder	16° 6′.

Interferenzfarben eisgrau I-ter Ordnung; Differenz $\alpha - \gamma = 0.007$; optischer Charakter negativ; Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene; Dispersion $\rho < \upsilon$; Brechungsindex 1.522. *Interpositionen:* staubige Partikel und allerlei Poren.

Zur chemischen Analyse kam sorgfältig ausgelesenes von Quarz fast und von Plagioklaseinschlüssen möglichst freies Material (meist gute Spaltstücke) zur Verwendung. Zur Kontrolle wurde eine gewisse Substanzmenge auf die Anwesenheit von freiem Quarz geprüft [2]).

1) Gegen die umgebende Masse sind sowohl die Einschlüsse wie das Geäder nicht scharf differenzirt, vielmehr die Umrisse derselben verwaschen.

2) Grössere Orthoklasindividuen pflegen quarzfrei zu sein und enthalten nur vereinzelte Plagioklaseinschlüsse. Die Bestimmung des freien Quarzes wurde in meinem hermetischen Platingefäss ausgeführt; (cf. Bull. de l'Ac. Imp. de St.-Pétersbourg).

Analyse XII (Orthoklas aus dem Muttergestein).

Volum-Gewicht bei 14° C.: 2.582.

		Sauerstoff.	Elemente.	Quotienten.			
Kieselsäure	65.37 =	34.864 +	Si 30.506 =	1.0900			1.8236
Thonerde	18.42 =	8.584 +	Al 9.836 =	0.3540	0.3594	0.7336	
Eisenoxyd	0.43[1]) =	0.130 +	$\overset{\text{III}}{\text{Fe}}$ 0.300 =	0.0054			
Kalk	2.00 =	0.570 +	Ca 1.430 =	0.0360	0.3742		
Magnesia	0.08 =	0.032 +	Mg 0.048 =	0.0020			
Kali	9.69 =	1.649 +	K 8.041 =	0.2062			
Natron	4.02 =	1.087 +	Na 2.983 =	0.1300			
(H_2O) Glühverlust	0.25		O 46.866 =	2.9291			
Summa:	100.26						

Sauerstoffverhältniss: Sauerstoff der Monoxyde 3.288
» » Sesquioxyde 8.714
» » Kieselsäure 34.864

$$= \frac{3.288 + 8.714}{34.864} = 0.344$$

$$\text{oder } \frac{\text{Summe der Quotienten der Elemente } 1.8236}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoffs } 2.9291} = 0.623.$$

Berechnung der constituirenden Feldspathmoleküle aus Analyse XII.

Orthoklas.

$$16{,}9\%\ K_2O,\ \%\ SiO_2 = \frac{9.69 \times 64.70}{16.9} = 37.10,\ \%\ Al_2O_3 = \frac{9.69 \times 18.40}{16.9} = 10.55;$$

bleibt übrig: Kieselsäure. . 65.37 — 37.10 = 28.27
Thonerde. . . 18.42 — 10.55 = 7.87
Kalk. 2.00
Magnesia. 0.08
Natron . . . . 4.02.

1) = 0.28 Al_2O_3.

Albit.

$$11.8\ \%\ Na_2O,\ \%\ SiO_2 = \frac{4.02 \times 68.6}{11.8} = 23.40,\ \%\ Al_2O_3 = \frac{4.02 \times 19.6}{11.8} = 6.68;$$

bleibt übrig: Kieselsäure. . 28.27 — 23.40 = 4.87
Thonerde . . . 7.87 — 6.68 = 1.19 + 0.28(= 0.43 Fe_2O_3) = 1.47
Kalk . . . . 2.00 + 0.11 = 2.11
Magnesia . . . . 0.08 = 0.11 CaO.

Anorthit.

$$20.1\ \%\ CaO,\ \%\ SiO_2 \frac{2.11 \times 43}{20.1} = 4.51,\ \%\ Al_2O_3 \frac{2.11 \times 36.9}{20.1} = 3.37$$

bleibt übrig: Kieselsäure 4.87 — 4.51 = 0.36
Thonerde. . 1.47 — 3.37 = —1.90.

Berechnung der Mischung aus dem SiO_2-Gehalt

Orthoklas statt 64.7 — 37.10
Albit statt. . . 68.6 — 23.40
Anorthit statt 43.0 — 4.51 [1])
Summa 65.01
Differenz + 0.36 [2]).

Wir haben demnach folgendes Molekularverhältniss:

Orthoklas	*Albit*	*Anorthit*
57	34	10.5
5.4	3.2	1

1) Da jedoch der vorhandene Kalk mehr Thonerde fordert als übrig bleibt, so konnte man den Anorthit aus dem Thonerderest berechnen; somit fordern 1.19 Al_2O_3, 0.64 CaO und 1.37 SiO_2; es bleiben 3.50 SiO_2 übrig, die vielleicht als fein vertheilter Quarz zu deuten sind. Dann wären nur 3.2 Anorthit vorhanden und die Mischung: Or 57 : Ab 34 : An 3.2 oder = $Or_{19}\,Ab_{11}\,An_1$. Mit Berücksichtigung des Restes von 3.50 SiO_2 würden wir haben:

Orthoklas .	58.3
Albit . . .	34.9
Anorthit. .	3.2
Quarz . . .	3.6
Summa .	100.0

2) Bringen wir diesen Rest als Quarz in Rechnung, dann wären:

Orthoklas.	56.0
Albit . . .	33.4
Anorthit. .	10.3
Quarz . . .	0.3
Summa .	100.0

vorhanden.

oder $Or_5 Ab_8 An_1$; Orthoklas zu Plagioklas ungefähr wie 5 : 4; in Procenten:

Orthoklas	56.16
Albit	33.50
Anorthit	10.34
Summa	100.00

Quarz; grössere, gestreckte, durchaus geradlinig oder theils geradlinig begrenzte, theils lappig abgerundete sowie auch kleine keilförmige und rundliche Durchschnitte, die im Feldspathindividuum nicht sämmtlich gleich orientirt sind, sondern gruppenweise auslöschen; in seltenen Fällen besitzen sämmtliche in einem homogenen Orthoklasdurchschnitt eingeschlossenen Quarze verschiedene Orientirungen. Diese grobe makropegmatitische geht hie und da in eine ganz feine mikropegmatitische Structur über. Von dynamisch-mechanischen Erscheinungen konnte ich nichts bemerken: alle Quarzfelder pflegen glatt und durchweg homogen auszulöschen. *Interpositionen:* leere Poren, fluidale Einschlüsse mit rasch hin und her tänzelnden, bei 100° C. nicht expansiblen Libellen; Einschlüsse, die zwei unmischbare Liquida nebst einem Bläschen enthalten; beim Erwärmen vergrössert sich die Libelle bis bei 40° C. nur noch eine Flüssigkeit unterscheidbar ist.

Biotit; ganz vereinzelte Blättchen und lange schmale Leisten; meist gebleicht und grünlich.

Apatit; seltene Körner und kurze Säulchen.

Erz; sehr seltene Körnchen.

Zirkon; zur Isolirung des Zirkons kamen circa 500 Gramm Gesteinsmaterial zur Verwendung und doch erhielt ich — was bei Graniten um so auffallender erscheint, da sie sonst verhältnissmässig reichlich Zirkon führen — nur 3 ganze Kryställchen nebst einigen Fragmenten. Die ganzen Krystalle zeigen folgende Combinationen: (110) (111), sehr untergeordnet (100) (311) und gehören einem aussergewöhnlich langprismatischen granitischen Typus an; die Krystalle sind nicht besonders scharfkantig, etwas rissig, von Quersprüngen durchzogen, im Innern gleichsam gefasert (vielleicht in Folge einer unregelmässig-versteckten Zonarstructur) und erscheinen daher dunkler. *Interpositionen:* sehr dunkel umrandete runde sowie schlauchartige Hohlräume; weniger dunkel und breit contourirte Einschlüsse, die ein und mehre kleine Bläschen enthalten; opake Körner.

Dimensionen: grösster Krystall 1.5 mm. lang, 0.08 mm. breit, 0.06 mm. dick; durchschnittlich 0.8 mm. lang, 0.04 mm. breit und dick.

Zersetzungsprodukte: Der Feldspath ist theilweise getrübt; bei starker Vergrösserung lösen sich diese Trübungen in *Kaolin*-Partikel, *Muskovit-* (Sericit-) Fasern und winzige Poren auf. Hie und da haben sich grössere Schuppen von sekundärem Muskovit angesiedelt. Biotit ist stark chloritisirt.

Das Material zur folgender Bauschanalyse wurde in der Weise gewonnen, dass man eine grössere Menge Gestein pulverisirte und aus dem gut durcheinandergemengten Pulver die nöthigen Proben entnahm.

In einer besonderen Portion wurde durch Aufschliessen mit Schwefelsäure in meinem hermetisch verschliessbaren Platingefäss[1]) der Gehalt an freiem Quarz bestimmt.

Analyse XIII (Bauschanalyse des an den Sphäroiden haftenden Muttergesteins).

Volum-Gewicht bei $13^{0}\frac{1}{2}$ C.: 2.654.

			Sauerstoff.				Elemente.		Quotienten.			
Kieselsäure	73.62	=	39.265	+	Si	=	34.355	=	1.2269	. . . .		1.7980
Thonerde	14.28	=	6.650	+	Al	=	7.630	=	0.2772	0.2816	0.5711	
Eisenoxyd	0.35	=	0.100	+	$\overset{III}{Fe}$	=	0.250	=	0.0044			
Kalk	1.66	=	0.470	+	Ca	=	1.190	=	0.0800	0.2895		
Magnesia	0.06	=	0.024	+	Mg	=	0.036	=	0.0015			
Kali	7.04	=	1.199	+	K	=	5.841	=	0.1500			
Natron	3.34	=	0.860	+	Na	=	2.480	=	0.1080			
Glühverlust (H_2O)	0.21				O	=	48.468	=	3.0292			
Summa:	100.56											

Sauerstoffverhältniss: Sauerstoff der Monoxyde 2.297
» » Sesquioxyde 6.906
» » Kieselsäure 39.265.

$$= \frac{2.297 + 6.906}{39.265} = 0.236$$

$$\text{oder} = \frac{\text{Summe der Quotienten der Elemente } 1.7980}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoffs } 3.0292} = 0.593.$$

Berechnung der constituirenden Gemengtheile aus der Analyse XIII[2]).

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	H_2O	Summa
Orthoklas .	27.00	7.68	—	—	—	7.04	—	—	41.72
Albit	19.39	5.54	—	—	—	—	3.34	—	28.27
Anorthit . .	3.56	3.04	—	—	1.66	—	—	—	8.26
oder:	1.22	1.06	—	—	0.58	—	—	—	2.86
Quarz . . .	23.67	—	—	—	—	—	—	—	23.67
oder:	26.01	—	—	—	—	—	—	—	26.01
Rest	—	−1.98	0.35	0.06	—	—	—	0.21	−1.36
oder:	—	—	0.35	0.06	1.08	—	—	0.21	1.49
Summa . . .	73.62	14.28	0.35	0.06	1.66	7.04	3.34	0.21	100.56

1) cf. v. Chrustschoff, Ueber zwei neue Mineralsynthesen; Bull. de l'Ac. Imp. des Sc. de St.-Pétersbourg, 1892.

2) Siehe Anmerkung zu Analyse XII, p. 54.

Daraus folgt[1]):

	1.86% Ca O	1.06% Al_2O_3
Orthoklas	40.43	41.62
Albit	28.78	29.63
Anorthit	7.86	2.82
Quarz	22.93	25.93
Summa	100.00	100.00

Die directe Quarzbestimmung ergab 22.28% SiO_2 [2]).

Wenn man bedenkt, dass von den 22.93 SiO_2 (die richtigere Zahl) eine geringe Quantität (mit Mg O) auf das sehr spärlich vorhandene Glimmermineral bezogen werden kann, so stimmen die berechneten Werthe mit dem direkten Befund ausserordentlich gut überein.

Variolen.

Kerne.

I. *Krystallkerne* [3]); nach M tafelige einfache Krystalle oder Carlsbader und Manebacher Zwillinge, an welchen P (001), M (010), l (110), y ($\bar{2}01$), x ($\bar{1}01$) und seltener n (021) wahrgenommen wurden. Sie besitzen eine röthliche Färbung und eine schon mit der Loupe deutlich erkennbare perthitische Structur. Die perthitische Faserung verläuft zur Orthoaxe parallel oder weicht wenigstens sehr wenig von dieser Richtung ab. Ausserdem fällt ein deutlicher zonarer Aufbau in's Auge: der Krystall zerfällt in einen centralen Kern und eine äussere Schale, deren Umrisse mit denjenigen des Kernes übereinstimmen; auf der Grenze zwischen beiden kommen Einschaltungen von Quarz und Biotit vor; zwischen den Orthoklaskrystallen und der darauf folgenden Calotte treten gleichfalls grössere Quarz- und Biotiteinschlüsse auf. Die Spaltbarkeit nach P (001) ist stets gut ausgeprägt.

Mikroskopische Zusammensetzung.

Primäre Gemengtheile:
- Wesentliche . . . Kryptoperthit ($\overset{*}{a}_1$).
- Accessorische:
  - Plagioklas (t).
  - Quarz (q).
  - Mikropegmatit (mpg).
  - Biotit (M).

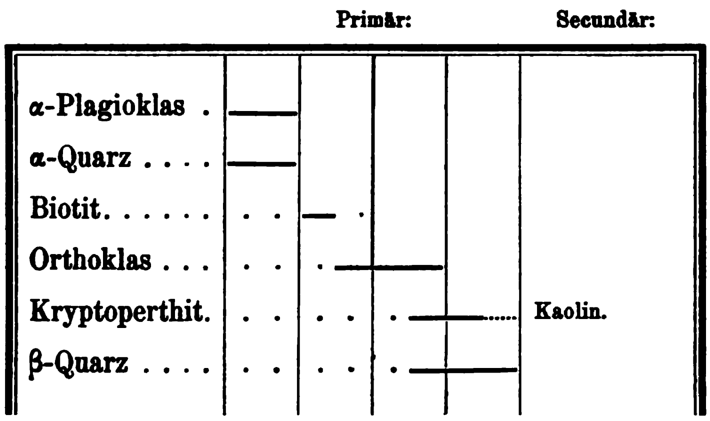
Secundäre Gemengtheile . . . .
- Kaolin.
- Muskovit.

1) Die Gemengtheilprocente wurden hier und überall später in der Weise berechnet, dass man die den betreffenden Mineralen nach der Rammelsberg'schen Formel zukommenden SiO_2 Mengen in die für dieselben beanspruchten SiO_2 Antheile dividirte; diese Zahlen wurden sodann auf 100 reducirt.

2) 1.2561 Gramm Gestein ergaben 0.2799 Quarz.

3) cf. Taf. I.

Die paragenetischen Beziehungen gestalten sich in folgender Weise: der sich individualisirende Feldspath umschloss (analog Glaseinschlüssen)[1]) Partien des Silicatmagmas, in welchen ältere, theilweise resorbirte Plagioklasreste schwammen. Als nun diese Magmaeinschlüsse zu erstarren begannen, wurde noch etwas Plagioklassubstanz ausgeschieden, die sich in krystallonomischer Continuität auf die Plagioklasreste absetzte, während der übrig bleibende Quarz in den noch zwischen beiden vorhandenen Lücken herauskrystallisirte. Die Ausscheidung der Plagioklasränder geschah zum Theil gleichzeitig mit den Quarzbildungen; sie sind daher öfters von pegmatitischem Quarz durchdrungen. Uebrigens sind diese Verhältnisse viel anschaulicher aus folgender graphischen Darstellung ersichtlich:



Dies mit Formeln ausgedrückt:

$$\Gamma\alpha_{\gamma} — \overline{(\dot{t} + \dot{m}pg)\,\dot{M}\overset{t}{a}_1}\;\underline{q}.$$

Plagioklas; scharf-geradlinig begrenzte Durchschnitte, woran P (001), M (010), l (110), t ($\bar{1}$10), y ($\bar{2}$01), x ($\bar{1}$01) zu identificiren sind und die in keinerlei krystallographischen Beziehung zu der umgebenden Feldspathmasse zu stehen scheinen. Sie bestehen meist aus einem rundlichen zwar getrübten aber noch einheitlich auslöschenden und oft noch Zwillingsstreifen aufweisenden Kern, und einer wasserklaren Randzone.

Offenbar sind die getrübten Kerne Reste von theilweise resorbirten älteren Ausscheidungen und die klaren Hüllen später entstanden. Zwillingsbildungen nach den gewöhnlichen Gesetzen; die Lamellen setzen unabgelenkt vom Kern in die Hüllen hinüber. Die Auslöschungsschiefe in den Kernen ist indess sehr gering und erreicht kaum 1°, während die

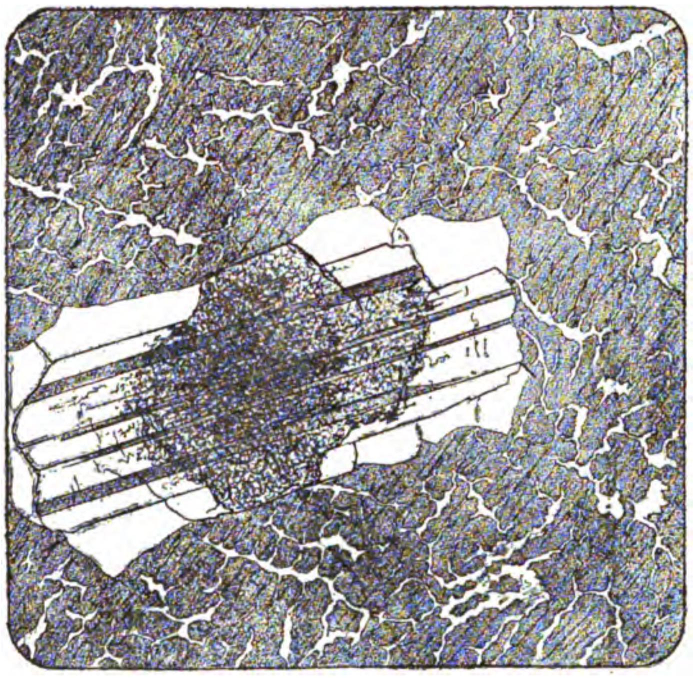
1) cf. v. Chrustschoff, Beitr. z. Petr. Volhyniens und Russlands; Tschermak's Min. und Petr. Mitth. Bd. IX, 1888, p. 479 u. s. w.

Hüllen erst bei 10—15° dunkel zu werden pflegen. Die Interferenzfarben der Kerne sind gleichfalls bedeutend niedriger als in den Rändern: dort eisgraue Töne, hier bis zu orangegelb I-ter Ordnung herauf. Differenz $\alpha - \gamma = 0.007$ im Kern, 0.0086 in den Hüllen. Offenbar liegt ein sauerer Kern und eine basischere Hülle vor. *Interpositionen;* die klaren Ränder enthalten vereinzelte sehr kleine leere und fluidale Poren mit rasch tänzelnden Bläschen; die Trübungen lösen sich in Muskovitfasern, Kaolinpartikel und allerlei Infiltrationen auf.

Figur 3.

Plagioklas

Quarz



Quarz; unregelmässige Räume zwischen Plagioklaseinschlüssen und der Orthoklasmasse oder solche in dieser selbst ausfüllend. Zwischen dem Kern und der äusseren Calotte des Orthoklaskrystalls steckt ebenfalls hie und da eine dünne Quarzlage. Die Kerne und die klaren Plagioklashüllen sind endlich nicht selten dendritisch (mikropegmatitisch mit Quarz durchwachsen (Fig. III). *Interpositionen:* winzige Hohlräume sowie mit lebhaft vibrirenden Gasbläschen ausgestattete Flüssigkeitseinschlüsse.

Orthoklas; stellt sich in gewissen Beziehungen als ein Kryptoperthit im Sinne Brögger's[1]) dar, doch treten hier Mikrostructurverhältnisse auf, die von denjenigen des von Brögger beschriebenen Vorkommen verschieden zu sein scheinen.

---

1) cf. Brögger, Die Mineralien d. Syenitpegmatitgänge etc. Groth's Zeitschr. für Kryst. u. Min. Bd. XVI 1890, p. 524 u. sq.

Schliffe nach der Basis P (001) zeigen folgendes Verhalten: bei schwacher Vergrösserung sieht man zunächst eine Art groben Maschenwerks, welches als Ganzes für sich unter geringer Incidenz auslöscht, während der Mascheninhalt ebenfalls homogen dunkel wird. Eigentlich gebrauche ich das Wort «Maschenwerk», weil ich keinen besseren Ausdruck kenne, um diese Structurmodification zu bezeichnen (cf. Figur III); am ehesten erinnert dieselbe an gewisse organische Gewebe, etwa an Knochensubstanz. Bei stärkerer Vergrösserung erscheint der Mascheninhalt gefasert, die Maschen selbst fein gekörnelt und die Grenzen zwischen beiden verwaschen. Die mehr oder weniger gewunden, mit einander verflochtenen (wie gewisse Gefässbündel in Hölzern) Fasern sind nach der Orthoaxe gestreckt. Diese kryptoperthitischen Partien löschen parallel zur angeschlagenen Kante P (001) : M (010), das Gitterwerk dagegen unter etwa 2° dazu aus. Theilbarkeiten nach den Hemiprismen viel besser ausgeprägt als diejenige nach M (010).

Schliffe nach dem Klinopinakoid (M [010]): ein ähnliches Bild wie auf P (001), doch scheinen die Maschen im grossen Ganzen nach der Trace von P (001) und nach denjenigen von (110) gestreckt zu sein; Auslöschungsschiefe des ganzen Maschenwerks 21° zur basischen Spaltbarkeit. Mascheninhalt gefasert; die Fasern sind gewunden mit einander verflochten und schliessen mit der Trace von P (001) einen Winkel von 72° ein; Auslöschungsschiefe der gefaserten Partien 13° zu (001); verschieden auslöschende Fasergruppen lassen sich nicht auseinanderhalten.

Schliffe senkrecht zu P (001) und M (010): hier erkennt man deutlich, dass die Maschen vorzüglich mit den Tracen von P (001) und M (010) conform, und somit nach diesen zwei aufeinander rechtwinkelig stehenden Richtungen vertheilt sind.

Eine solche Substanzvertheilung ist vielleicht durch eine auf beginnender Zersetzung oder Auslaugung beruhende Molekularsonderung der ursprünglich gleichartigen Feldspathmasse zu deuten, zumal da die Grenze zwischen der unveränderten Substanz und den Maschen und Adern eine verwaschene ist.

Interpositionen: die wolkig-trüben und körnigen Partien erweisen sich bei starker Vergrösserung als Anhäufungen von allerlei Poren, Kaolinpartikeln, Muskovitfäserchen, die in einer an und für sich farblos-frischen Grundsubstanz liegen.

Die chemische Analyse des sorgfältig ausgelesenen, von Quarzeinschlüssen möglichst befreites Material es ergab folgende Procentzahlen:

Analyse XIV (Feldspathkern der Variolen).

Volum-Gewicht bei 14° C.: 2.679.

		Sauerstoff.		Elemente.	Quotienten.			
Kieselsäure	66.01	= 35.205	+ Si	= 30.805	= 1.0002			1.7468
Thonerde	18.11	= 8.440	+ Al	= 9.670	= 0.3520	0.3626	0.7466	
Eisenoxyd	0.85	= 0.255	+ $\overset{\text{III}}{Fe}$	= 0.595	= 0.0106			
Kalk	1.27	= 0.363	+ Ca	= 0.907	= 0.0252	0.3840		
Magnesia	0.17	= 0.070	+ Mg	= 0.100	= 0.0049			
Kali	8.12	= 1.380	+ K	= 6.740	= 0.1730			
Natron	5.61	= 1.448	+ Na	= 5.162	= 0.1809			
Glühverlust (H_2O)	0.89		O	= 47.161	= 2.9500			
Summa:	100.58							

Sauerstoffverhältniss: Sauerstoff der Monoxyde 3.261
» » Sesquioxyde 8.695
» » Kieselsäure 35.205

$$= \frac{3.261 + 8.695}{35.205} = 0.339$$

$$\text{oder} = \frac{\text{Summe der Quotienten der Elemente } 1.7468}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoffs } 2.9500} = 0.592.$$

Berechnung der constituirenden Feldspathmoleküle aus Analyse XIV.

Orthoklas.

$$16.9\ \%\ K_2O,\ \%\ SiO_2\ \frac{8.12 \times 64.7}{16.9} = 31.08,\ \%\ Al_2O_3\ \frac{8.12 \times 18.4}{16.9} = 8.88$$

bleibt übrig: Kieselsäure . 66.01 — 31.08 = 35.93
Thonerde . . 18.11 — 8.88 = 9.23 + 0.55 = 9.78
Eisenoxyd. . . . . 0.85 = 1.82 Al_2O_3
Kalk . . . . 1.27 + 0.24 = 1.51
Magnesia . . . . 0.17 = 0.24 CaO
Natron 5.61

Albit.

$$11.8\ \%\ Na_2O,\ \%\ SiO_2\ \frac{5.61 \times 68.6}{11.8} = 32.61,\ \%\ Al_2O_3\ \frac{5.61 \times 19.6}{11.8} = 9.28$$

bleibt übrig Kieselsäure . 35.93 — 32.61 = 3.32
Thonerde . . 9.78 — 9.23 = 0.55
Kalk . . . . 1.51.

Anorthit.

$$20.1\ \%\ CaO,\ \%\ SiO_2 \frac{1.51 \times 43.0}{20.1} = 3.22,\ \%\ Al_2O_3 \frac{1.51 \times 36.9}{20.1} = 2.27$$

bleibt übrig: Kieselsäure . 3.32 — 3.22 = +0.10
Thonerde . . 0.55 — 2.27 = —1,72.

Berechnung der Mischung aus dem SiO_2-Gehalte:

Orthoklas	statt	64.7 —	31.08
Albit	»	68.6 —	32.61
Anorthit	»	43.0 —	3.22
			66.91
		Differenz: —	0.90.

Wir haben demnach folgendes Molekularverhältniss:

	Orthoklas	*Albit*	*Anorthit*
	48.1	47.0	7.5
oder:	6.4	6.3	1

demnach also: $Or_6\ Ab_6\ An_1$; dies procentarisch:

Orthoklas	46.88
Albit	45.81
Anorthit	7.31
Summa	100.00

Berücksichtigt man jedoch, dass der vorhandene Kalk mehr (1.72)[1] Thonerde um Anorthit zu bilden, fordert[2]), als nach Abzug des Albit übrig bleibt, so könnte man ungezwungener im vorliegenden Falle einfach eine Mischung von Orthoklas- und Plagioklassubstanz annehmen und wir hätten dann $Or_6\ Pl_7$.

1) Noch mehr, wenn Fe_2O_3 nicht, wie hier, in Al_2O_3 umgerechnet wird.

2) Da der vorhandene Kalk mehr Thonerde fordert als übrig bleibt, so kann man den Anorthit aus dem Thonerderest berechnen: 1.32 Al_2O_3 fordern 0.74 CaO und 1.58 SiO_2; es bleibt ein Rest von 1.84 SiO_2, der hier ebenfalls auf freien Quarz zu beziehen wäre. Dann wären nur 3.67 Anorthit vorhanden und die Mischung: Or 13 : Ab 12.6 : An 1 = $Or_{13}\ Ab_{13}\ An_1$. Bringen wir die 1.82 SiO_2 in Rechnung, so haben wir:

Orthoklas .	47.81
Albit . . .	46.71
Anorthit . .	3.65
Quarz . . .	1.83
Summa .	100.00

II. *Granitkerne* [1]).

Mikroskopische Zusammensetzung:

Primäre Gemengtheile . .	Wesentliche . .	Orthoklas (a_1). Plagioklas (t).
	Accessorische. .	Quarz (q) Biotit (M). Apatit (F_3). Erz (F_1). Zirkon (F_6).
Secundäre Gemengtheile.		Chlorit. Epidot, Kaolin.

In Bezug auf die Ausscheidungsreihenfolge lässt sich folgendes constatiren: zuerst, wie immer, Zirkon, Apatit und Erz; dann Biotit, der Apatit und Zirkon einschliesst; nun wird grösstentheils geradlinig begrenzter Quarz, idiomorpher Plagioklas gebildet; zuletzt kommt der Orthoklas nebst einer anderen Quarzgeneration zur Anscheigung. α-Quarz ist gegen β-Quarz, β-Quarz gegen Plagioklas, Plagioklas gegen Orthoklas, Orthoklas gegen γ-Quarz idiomorph. Folgende Tabelle illustrirt das eben gesagte weit besser:

	Primär:					Secundär:
Zirkon	—					
Apatit	—					
Erz	—					
Biotit.	. —	....	....	....	....	Chlorit. Epidot.
α-Quarz	. —					
β-Quarz	. .	——	—			
α-Plagioklas .	. .	. .	——			
β-Plagioklas .	. .	. .	. .	—		
Orthoklas . . .	. .	. .	. .	. —	—	
γ-Quarz	. .	. .	. .	. .	——	

1) In einem anderen Sphäroid enthält die centrale Partie offenbar viel mehr Quarz und sieht auch etwas anders aus; überhaupt stammen die Variolenkerne derselben Localität fast stets von mehreren Gesteinen.

und mit Formeln ausgedrückt:

$$\Gamma\alpha\gamma - \overline{(\ddot{F}_{1\cdot5\cdot6})\,\dot{M}\dot{q}}\underline{qtta_1\,q}.$$

Orthoklas; allotriomorphe gegenseitig geradlinig ineinandergreifende und seltener idiomorphe im Quarz schwebende Individuen; zum Theil wolkig und getrübt, aber immer noch einheitlich polarisirend, In Schnitten nach M (010) zeigt sich die Theilbarkeit P (001) geradlinig und dicht ausgeprägt; in Schnitten aus der Zone (010):(110):(100) sind beide Spaltbarkeiten durch Trübungen angedeutet. Klinopinakoidale Schnitte gewähren ein eigenthümlich geflammtes, gestricheltes Bild: die Hauptmasse löscht zur Trace von P (001) unter 7°—8°, die Einschlüsse unter circa 19° zu derselben Richtung aus. Die Längsaxen dieser von der Orthoklasmasse nicht scharf differenzirten Partien schliessen mit den basischen Spaltrissen einen Winkel von 72° ein. Bei 850-fachen Vergrösserung ist noch keine Spur von feinfaserigem Aufbau sichtbar. Differenz $\alpha - \gamma = 0.0072$, in den heterogenen Partien etwas höher. *Interpositionen:* kleine scharfe Plagioklase und allerlei Poren.

Plagioklas; nach P (001) tafelige, meist äusserst scharfe Krystalloide; Zwillingsbau nach dem gewöhnlichen Gesetze, es finden sich aber auch, gitterartige Combinationen mit dem Periklingesetze. Die Streifen sind bald ziemlich breit, bald unendlich fein und oft ist nur eine haarfeine Lamelle eingeschaltet. Viele Durchschnitte besitzen einen getrübten, unregelmässig abgerundeten Kern und wasserklare Ränder; die Zwillingstreifen durchqueren unabgelenkt Kern und Ränder. Hier ebenfalls kann man sich des Eindrucks kaum erwähren, dass die trüben inneren Partien Ueberbleibsel älterer zum Theil resorbirter Anscheidungen vorstellen und die klaren Hüllen erst spärer angeschossen seien (Fig. IV u. V).

Fig. IV.

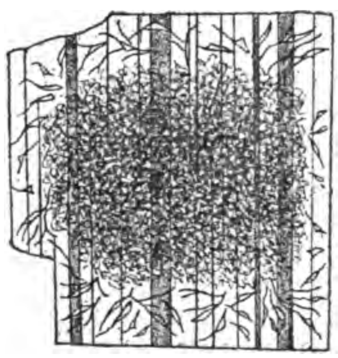


Fig. V.



Viele Individuen zeigen sich von dendritischem Quarz durchwachsen und zwar so, dass entweder nur ihre centrale Partie (Fig. III), ihre Ränder (Fig. IV) oder ein einziger oder mehrere Zwillingsstreifen mikropegmatisch struirt erscheinen (Fig. V). Interfenzfarben bedeutend höher als im monoklinen Feldspath: während dieser letztere nur graue Töne giebt, erreichen die Plagioklasdurchschnitte gelb I-ter Ordnung (bis 430)[1]) Differenz $\alpha - \gamma = 0.009$; Auslöschung (symmetrisch beiderseits zur Zwillingsnaht) im Maximum 21°.

1) a. a. O. farbige Tafel.

Mitunter ist der Unterschied der inneren Partie (bis 5°) und des Randes (bis 2°) recht auffallend.

Quarz; Der α-Quarz bildet 0.006—0.016 mm. grosse kugelrunde, ovale Körperchen, seltener um um nur ausgebildete Dihexaeder mit etwas abgerundeten Kannten, die in der jüngeren β-Quarzmasse schweben; β-Quarz ist grösstentheils mit geradlinigen Umrisselementen ausgestattet und waltet vor; die 3-te γ-Quarzgeneration ist dagegen viel unbedeutender und durchaus allotriomorph. *Interpositionen:* leere und fluidale Poren.

Biotit; sehr spärlich; unregelmässige Partien, Schuppen, und Leisten; oft gebleicht und chloritisirt; Pleochroismus lebhaft; 𝔠 dunkelgrünlichbraun, 𝔟 grünlichbraun, 𝔞 grünlichgelb; Absorbtion: $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$.

Apatit und *Erz;* vereinzelte Körner.

Zirkon; führt entschieden mehr Zirkon als der Granitteig, denn aus circa 30 Gramm Material konnten 10 ganze Kryställchen nebst einigen Fragmenten gewonnen werden. Echt granitischer Typus; jedoch von durchaus anderem Habitus als derjenige des Muttergesteins. Combinationen: (111) (110) (100), die ditetragonale Pyramide fehlt indessen fast vollständig; prismatische Ausbildungsweise; Kannten und Ecken sehr scharf; Zonarstructur höchst regelmässig: auf einen Krystall kommen höchstens nur 4—6 feine Zonenstreifen. *Interpositionen:* grosse unregelmässige, meist schlauchartige Hohlräume; fluidale Poren mit kleinen Libellen, die beim Erwärmen auf 100° C. nicht absorbirt werden, jedoch oft ihnen Ort verändern; grosse z. Theil körnig entglaste mit einem oder mehreren Gasbläschen ausgestattete Glaseinschlüsse. *Dimensionen:* grösster beobachtete Krystall: 0.80 mm. lang, 0.25 mm. breit und 0.23 mm. dick; durchschnittlich: 0.17 mm. lang, 0.05 breit und dick.

Zersetzungsprodukte: die Trübungen im Feldspath rühren von Kaolinpartikeln, Muskovitfäserchen und allerlei Infiltrationen her; Biotit ist gebleicht, z. Theil in Chlorit und farblosen Epidot (vereinzelte Körner) umgewandelt.

Vergleicht man gewisse eigenartige Mikrostructurverhältnisse in den Krystall- und Granit-Kernen, so wird ohne weiteres sofort klar, dass beide einem und demselben Gestein angehört haben und eben als integrirende Bestandtheile derselben zu betrachten seien. Das Kernmaterial stammt von einem feinkörnigen Granit mit porphyrischen Feldspatheinsprenglingen. Namentlich deuten die sowohl in den Krystall- als auch in den Granitkernen vorkommenden eigenthümlich struirten Plagioklase auf einen gleichen Ursprung beider hin, endlich besitzen die Feldspathkerne und der Feldspath der granitischen Kerne eine fast genau übereinstimmende Detailstructur.

Analyse XV (Granitische Kerne der Variolen).

Volum-Gewicht bis $13^1/_2{}^\circ$ C.: 2.649.

			Sauerstoff.		Elemente.		Quotienten.			
Kieselsäure	68.97	=	36.780	+ Si	32.190	=	1.1500	. . . .		1.8305
Thonerde	17.40	=	8.109	+ Al	9.291	=	0.3378	0.3380	0.6805	
Eisenoxyd	0.16	=	0.048	+ $\overset{III}{Fe}$	0.112	=	0.0002			
Kalk	0.16	=	0.046	+ Ca	0.114	=	0.0040	0.3425		
Magnesia	0.50	=	0.200	+ Mg	0.300	=	0.0125			
Kali	7.50	=	1.260	+ K	6.240	=	0.1600			
Natron	5.14	=	1.327	+ Na	3.813	=	0.1660			
(H_2O) Glühverlust	0.43			O	47.770	=	2.9856			
Summa:	100.26									

Sauerstoffverhältniss: Sauerstoff der Monoxyde 2.833
» » Sesquioxyde 8.157
» » Kieselsäure 36.780.

$$= \frac{2.833 + 8.157}{36.780} = 0.298 \text{ Sauerstoffquotient Roth's}$$

$$\text{oder} = \frac{\text{Summe der Quotienten der Metalle } 1.8305}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoffs } 2.9856} = 0.613.$$

Berechnung der constituirenden Gemengtheile:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	H_2O	Summa
Biotit[1]. . .	0.96	0.35	0.15	0.50	—	0.20	—	—	2.16
Orthoklas .	27.95	7.96	—	—	—	7.30	—	—	43.21
Albit	29.84	8.50	—	—	—	—	5.14	—	43.48
Anorthit . .	0.34	0.24	—	—	0.16	—	—	—	0.74
Kaolin . . .	0.40	0.35	—	—	—	—	—	0.12	0.87
Quarz . . .	9.48	—	—	—	—	—	—	—	9.48
Rest	—	—	0.01	—	—	—	—	0.31	0.32
Summa. . .	68.97	17.40	0.16	0.50	0.16	7.50	5.14	0.43	100.26

1) Auf Eisenmagnesiaglimmer nach der Rammelsberg'schen Formel $K_2 R_7 \overset{III}{R}_2 Si_2 O_{21}$ berechnet.

Daraus folgt[2]):

Biotit.	2.87
Orthoklas.	43.12
Albit	43.40
Anorthit	0.79
Kaolin	0.86
Quarz.	9.46
Summa	100.00

Die direkte Quarzbestimmung ergab 9.11% [1]).

Calotten[3]).

Im Handstück erscheint die auf den Kern folgende 5—8 cm. breite Zone gleichartig feinkörnig und es lassen sich darin keine weiteren concentrischen Schalen auseinanderhalten. Die strahlige Anordnung wird durch fächerartig divergirende Garben eines gründlichen Materials, welches namentlich in den radial gestellten Mikropegmatitstreifen angehäuft zu sein scheint, hervorgebracht. Auf angeschliffenen Sphäroiden verursachen diese mikropegmatitisch struirten Partien bei gewissen Incidenzen einen perlmutterartigen Schiller, der an denjenigen der Muschisonite erinnert. Erst unter dem Mikroskop kann man erkennen, dass eigentlich zwei concentrische Schalen zu unterscheiden sind: die erste enthält radial angeordnete Pegmatitzüge; die zweite, peripherische ist durchweg zuckerkörnig struirt.

Mikroskopische Zusammensetzung:

Primäre Gemengtheile . .
- Wesentliche . . { Orthoklas (a_1). Quarz (q).
- Accessorische . { Plagioklas (t). Biotit (M). Erz (F_1). Zirkon (F_6).

Secundäre Gemengtheile. . . . . Chlorit.

Panagenesis: Erz, Biotit, dann Plagioklas zuletzt gleichzeitig mit Quarz, eine Zeitlang parallel mit dem letzteren Orthoklas und endlich wieder Quarz. Viel klarer werden die Verhältnisse aus folgender graphischen Darstellung ersichtlich:

1) 1.1385 Gramm Gestein ergaben 0.1088 Gramm Quarz.
2) cf. Ann. p. 67.
3) cf. Tafel II, Fig. 2. Schematischer Durchschnitt.

I-te Calotte.

	Primär:				Secundär:
Erz	—				
Biotit.	. —	......	......	......	Chlorit.
Plagioklas. . .	. .	—	......	......	Trübung.
α-Quarz	. .	. —	—		
Orthoklas . . .	. .	. .	—	—	
β-Quarz	. .	. .	. .	. —	

Somit mit Formeln:

$$\Gamma\alpha + \Gamma\gamma - \overline{(F_{1\cdot 5}) M t}\underline{(q + a_1) q}.$$

Der Aufbau der Variolen findet in folgender Weise statt: unmittelbar auf den Kern folgen einige Feldspahtkrystalloide, die bei Sphäroiden ersterer Art (mit Krystallkernen) mit dem centralen Krystall gleich oder fast gleich, dann mit ihren Klinodiagonalen parallel zu den Flächen derselben, und in denjenigen mit granitischem Kern so orientirt sind, dass ihre Klinoaxen (somit die Tracen beider Spaltbarkeiten) tangential zu den Kernpartien zu stehen kommen.

Nun wechseln radial angeordnete Keile (deren Basis d. h. breites Ende auf dem Kerne steht und deren Spitzen nach aussen gekehrt sind) aus ebenso orientirten Orthoklaskrystalloiden mit einer regellos granitisch-körnigen (zuckerkörnigen) Zwischenmasse ab. Sämmtliche Orthoklase sind pegmatitisch von Quarz durchwachsen und bringen jenen schon makroskopisch wahrnehmbaren Schiller hervor. Die Quarze pflegen darin nicht regellos vertheilt, sondern perlschnurartig nach Richtungen, welche wenig von den Radien der Variolen abweichen[1]), angeordnet zu sein (I-te Calotte).

Eine 2—3 cm. breite peripherische Schale ist durchweg granitisch körnig struirt und enthält keine in bestimmtem Sinne orientirte Feldspathe mehr (II-te Calotte).

Mikropegmatitpartien (I-te Calotte).

Orthoklas; unregelmässige, zackig ineinandergreifende, kryptoperthitisch struirte und mit Quarz durchwachsene Individuen. In klinopinakoidale Schnitte gewähren sie folgendes Bild: in einen homogen auslöschenden Grundsubstanz sind haarfeine durchweg gerade, vollständig parallele Lamellen, deren höchstens 4—5 auf einen Raum von kaum 0.1 mm. gehen, eingeschaltet. Die Richtung dieser Lamellen schliesst mit den Tracen der basischen Spaltbarkeit einen Winkel von 108° ein. Dazu kommt noch jene bei den Krystallkernen eingehend

1) cf. Taf. II, Fig. 2.

beschriebene Ausbildungsweise. Die homogene Hauptmasse löscht unter 6—8°, die Lamellen unter etwa 9—10° zu den Tracen von P (001) aus; sonstiges Verhalten wie in den Krystallkernen.

Quarz; es können hier fünf verschiedene Mikropegmatitstructuren unterschieden werden:

I. Das Orthoklasindividuum ist von Quarzstengeln, die zum Theil geradlinige Begrenzungselemente aufweisen durchspickt; die Quarze löschen alle gleichzeitig und hie und da gleichzeitig mit der Feldspathmasse aus.

II. Das Orthoklasindividuum enthält mehrern Gruppen gleichorientirter z. Th. abgerundeter, z. Th. mit geradlinigen Elementen ausgestatteter Quarzstengel; entweder löschen Feldspathmasse und jede Gruppe für sich oder eine Gruppe zugleich mit der Feldspathmasse, die übrigen Gruppen jede für sich aus.

III. Das Orthoklasindividuum umschliesst eine Anzahl vollkommen ausgebildeter Quarzkrystalle (Dihexaeder, daher im durchschnitt Rhomben und Hexagone); Orthoklasmasse sowie jeder Krystall für sich besitzen eine verschiedene Orientirung.

IV. Das Orthoklasindividuum ist von meist rundlichen isometrischen Quarzkörnern durchwachsen, die bald alle zugleich, bald gruppenweise, bald jedes für sich auslöschen.

V. Das Orthozlasindividuum enthält dendritische farrenwedel-garbenartige Quarzbildungen; die einzelnen Aufbauelemente sind kurze, abgerundete, wurmähnlichen Quarzkörperchen oder längliche gewundene, z. Th. haarfeine Quarzfäden. Eine der Extremitäten des Quarzindividuums ist mitunter pyramidal begrenzt. Gewöhnlich löschen gewisse Complexe, seltener die ganze dendritische Quarzbildung als Ganzes aus.

Interpositionen: leere und fluidale Poren.

Plagioklas; scharfe tafelförmige im Orthoklas schwebende Krystalle; zum Theil ebenso wie der monokline Feldspath von Quanz durchwachsen; derselbe oder mehrere gleichorientirte Quarzstengel liegt zuweilen zur Hälfte im Plagioklas, zur Hälfte im Orthoklas; besonders häufig kommt die unter V beschriebene Mikropegmatitmodification vor und dann ist entweder nur die centrale Partie, die Ränder oder eine einzige hemitrope Lamelle mikropegmatitisch struirt. Die meisten Individuen bestehen aus einem getrübten Kern und wasserklaren Ränder (vgl. p. 60 u. 70). Doch zerfallen auch solche, die keinen getrübten Kern aufweisen, im polarisirtem Lichte in zwei sich durch ihre Auslöschungsschiefen unterscheidende Partien; Maximalauslöschung für die innere Partie 5°—8°, für die Randzone 3°—4° (symmetrisch zur Zwilligsgrenze). Differenz $\alpha - \gamma = 0.0088$.

Zuckerkörnige Zwischenmasse (u. II-te Calotte).

Die peripherischen 2—3 cm. breite Zone sowie die Ausfüllungsmasse zwischen den Pegmatitstrahlen stellt sich als ein panidiomorphkörniges (zuckerkörniges) Gemenge von Quarz, mono-und triklinem Feldspath[1]) dar, worin grössere zerfressene, oft mit Resten von

1) Diese Gemengtheile liefern eckige, nach allen Richtungen fast isometrische Durchschnitte,

geradlinigen Elementen ausgestattete Ueberbleibsel von resorbirten Orthoklas und Plagioklas regellos zerstreut liegen. Bei diesen letzteren wiederholen sich die p. 60 u. 70 beschriebenen Structureigenthümlichkeiten, ein Umstand, der uns die Deutung der Gesteinsgenese wesentlich erleichtert. Die paragenetischen Verhältnisse nehmen hier in Folge dessen eine andere Modalität an als zu Anfang der Variolenbildung: ausser den eigentlichen mikrolithischen Elementen und Biotit unterscheiden sich α-Plagioklas, α-Quarz und α-Orthoklas als Ueberbleibsel älterer resorbirter Ausscheidungen von den darauffolgenden β-Plagioklas und den zuletzt individualisirten β-Orthoklas und β-Quarz. Die Gemengtheile der β-Generationen sind ausserdem durch ihre grössere Frische ausgezeichnet.

Die Summe der Beobachtungen resumirt folgende Tabelle:

		Primär:			Secundär:
Zirkon	—				
Erz	—				
Biotit	. —	....	....	....	Chlorit.
α-Plagioklas .	. .	—			
α-Quarz	. .	—			
α-Orthoklas . .	. .	—			
β-Plagioklas .	. .	. .	—		
β-Orthoklas . .	. .	. .	. —	—	
β-Quarz	. .	. .	. .	—	

Dies drückt sich mit Formeln also aus:

$$\Gamma\alpha - \overline{(F_{1\cdot5})\,\dot{M}\,(t + q + a_1)} + \underline{(t + a_1 + q)}.$$

Folgende accesorische Gemengtheile gehören beiden Zonen an:

Biotit; Schuppen, Fetzen und Fasern von bräunlicher, gelblichen, grünlichen Färbung; z. Th. chloritisirt und gebleicht; die frischeren zeigen einen ziemlich intensiven Pleochroismus:

𝔠 fahlbraun.
𝔟 schmutzigbraun.
𝔞 schmutziggelb.

Absorbtion $\mathfrak{c} < \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$. In den Pegmatitstreifen ist etwas mehr Biotit vorhanden; dadurch dass sich die Glimmerschuppen mit Spaltflächen an die Quarzstengel anschmiegen oder

dieselben bekleiden, lassen sie dieselben von der übrigen hellfarbigeren Gesteinsmasse prägnanter hervortreten und erzeugen auf den angeschliffenen Sphäroiden jene bereits erwähnten dendritisch-farrenwedelartigen Zeichnungen.

Zirkon; aus der ganzen feinkörnigen Calottenmasse einer Kugel gelang es 20 ganze und einige zerbrochene Kryställchen zu isoliren. Auch speciell in diesem Falle trägt der Zirkon nicht wenig zur richtigen Interprätation der Entwickelungsgeschichte der Variolen bei: 12 Kryställchen besitzen den Habitus der in den granitischen Kernen vorkommenden Zirkone (vgl. p. 72), die übrigen stimmen in allen Beziehungen mit denjenigen aus dem Muttergestein (vgl. p. 55) überein.

Erz; sehr spärlich; kleine Körnchen meist im Biotit oder in unmittelbaren Nähe derselben.

Um die durchschnittliche chemische Constitution der feinkörnigen Schale zu ermitteln, wurden aus einer Kugel die betreffende Partien herausgesägt und pulverisirt; das Analysenmaterial wurde vom gut durcheinandergemengten Pulver entnommen.

Analyse XVI (Bauschanalyse des Calottenmaterials).

Volum-Gewicht bei 13° C.: 2.665.

			Sauerstoff.			Elemente.		Atomquotienten.			
Kieselsäure	71.30	=	38.030	+	Si	33.270	=	1.1525			1.7742
Thonerde	15.03	=	7.004	+	Al	8.026	=	0.2900	0.2990	0.6217	
Eisenoxyd	0.72	=	0.216	+	$\overset{\text{III}}{\text{Fe}}$	0.504	=	0.0090			
Kalk	1.62	=	0.460	+	Ca	1.160	=	0.0290	0.3227		
Magnesia	0.89	=	0.356	+	Mg	0.534	=	0.0223			
Kali	7.61	=	1.295	+	K	6.315	=	0.1669			
Natron	3.24	=	0.836	+	Na	2.404	=	0.1045			
Glühverlust	0.29				O	48.197	=	3.0123			
Summa:	100.70										

Sauerstoffverhältniss: Sauerstoff der	Monoxyde	2.947
» »	Sesquioxyde	7.220
» »	Kieselsäure	38.030.

$$= \frac{2.947 + 7.220}{38.080} = 0.268 \text{ Sauerstoffquotient Roth's}$$

$$\text{oder} = \frac{\text{Summe der Quotienten der Metalle } 1.7742}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoffs } 3.0123} = 0.589.$$

Die direkte Quarzbestimmung ergab 20.52% freien Quarz [1]).

1) 1.3215 Gramm Material ergaben 0.2712 Gramm Quarz (nach Behandlung mit warmer Kieselflusssäure, HCl und kohlensauren Alkalien).

Berechnung der constituirenden Gemengtheile.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	H_2O	Summa.
Biotit. . . .	1.63	0.70	0.26	0.89	—	0.37	—	—	3.85
Orthoklas .	27.72	7.89	—	—	—	7.24	—	—	42.85
Albit	18.81	5.86	—	—	—	—	3.24	—	27.41
Anorthit . .	3.42	2.80	—	—	1.62	—	—	—	7.84
oder:	1.26	1.08	—	—	0.55	—	—	—	2.89
Quarz . . .	19.72	—	—	—	—	—	—	—	19.72
oder:	21.88	—	—	—	—	—	—	—	21.88
Rest	—	−1.72	0.46	—	—	—	—	0.29	−0.97
oder:	—	—	0.46	—	1.07	—	—	0.29	1.82
Summa .	71.30	15.03	0.72	0.89	1.62	7.61	3.24	0.29	100.70

Daraus folgt:

An. aus:	1.62% CaO	1.08% Al_2O_3
Biotit.	3.98	4.09
Orthoklas.	41.99	43.23
Albit	26.86	27.65
Anorthit	7.89	2.95
Quarz.	19.28	22.08
Summa	100.00	100.00

Zusammenstellung des mikroskopischen Bestandes aller Theile des Gesteins

		Muttergestein	Krystallkerne	Granitkerne	Mikropegmatitzone	Peripherische Calotte u. Zwischenmasse	
Primäre Gemengtheile.	Wesentliche.	Kryptoperthit Quarz	Kryptoperthit	Kryptoperthit Plagioklas	Kryptoperthit Quarz	Kryptoperthit Quarz	
	Accessorische	Plagioklas Biotit Apatit Erz Zirkon	Quarz Plagioklas Biotit	Quarz Biotit Apatit Erz Zirkon	Plagioklas Biotit Erz Zirkon	Plagioklas Biotit Erz Zirkon	
Secundäre Gemengtheile. . . .		Chlorit Muskovit Kaolin	Chlorit Muskovit Kaolin	Chlorit Muskovit Kaolin	Chlorit Muskovit Kaolin	Chlorit Muskovit Kaolin	Epidot

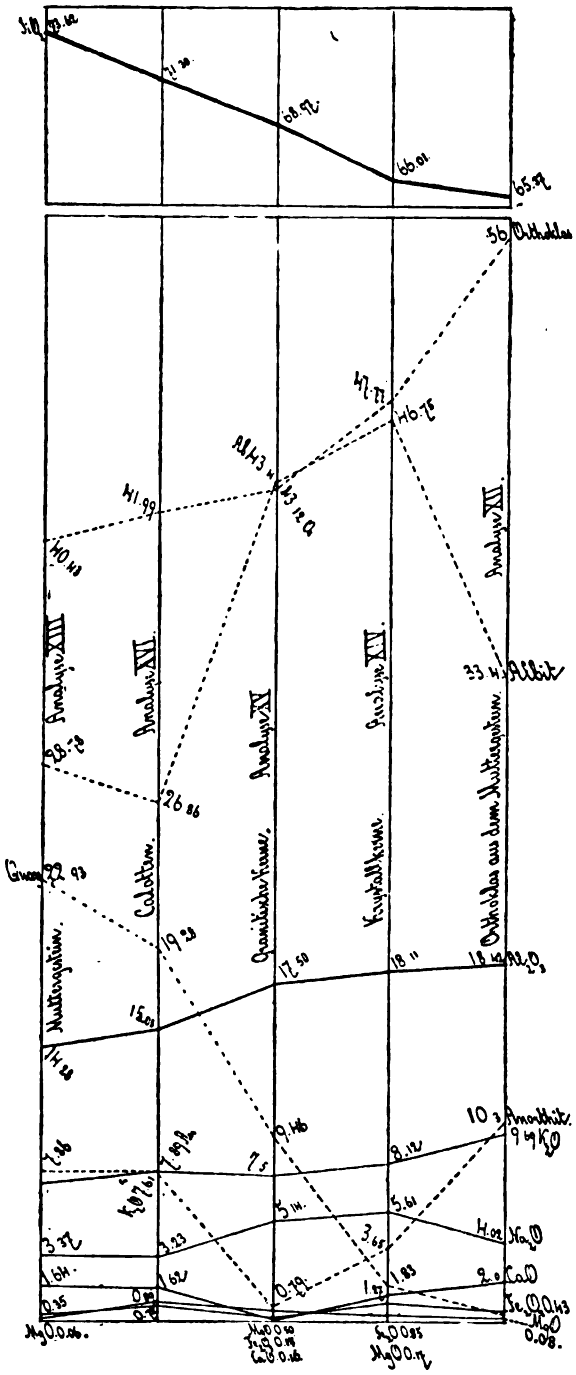
Zusammenstellung der paragenetischen Verhältnisse:

Gemengtheile:	Ort:	Primär:	Secundär:
Zirkon, Apatit, Erz	Granitteig	—	
	Krystallkerne	—	
	Granitkerne	—	
	I. Calotte	—	
	II. Calotte	—	
Biotit	Granitteig	—	Chlorit. Epidot.
	Krystallkerne	—	
	Granitkerne	—	
	I. Calotte	—	
	II. Calotte	—	
Quarz	Granitteig	α	
	Krystallkerne	α	
	Granitkerne	α β	
	I. Calotte	α	
	II. Calotte	α	
Plagioklas	Granitteig	—	Muskovit Kaolin
	Krystallkerne	α β	
	Granitkerne	α β	
	I. Calotte	—	
	II. Calotte	α β	
Orthoklas	Granitteig	—	
	Krystallkerne	—	
	Granitkerne	—	
	I. Calotte	—	
	II. Calotte	α β	
Quarz	Granitteig	β	
	Krystallkerne	β	
	Granitkerne	γ	
	I. Calotte	—	
	II. Calotte	β	

Uebersichtstabelle der Analysen:

Analysen:	XII. Orthoklas aus dem Muttergestein.	XIII. Bauschanalyse des Muttergesteins.	XIV. Feldspathkrystallkerne der Variolen.	XV. Bauschanalyse der Granitkerne der Variolen.	XVI. Bauschanalyse des Calottenmaterials.
Kieselsäure.	65.37	73.62	66.01	68.97	71.30
Thonerde	18.42	14.28	18.11	17.40	15.03
Eisenoxyd	0.43	0.35	0.85	0.17	0.72
Magnesia.	0.08	0.06	0.17	0.50	0.89
Kalk	2.00	1.66	1.27	0.16	1.62
Kali	9.69	7.04	8.12	7.50	7.61
Natron	4.02	3.34	5.61	5.14	3.24
(H_2O) Glühverlust . .	0.25	0.21	0.39	0.43	0.29
Summa.	100.26	100.56	100.58	100.26	100.70
Volum-Gewicht. . . .	2.582	2.654	2.579	2.649	2.665
Sauerstoffquotient . .	0.344	0.236	0.339	0.298	0.268
O-Atomquotient . . .	0.623	0.593	0.592	0.613	0.589
Analysator:	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor

Graphische Darstellung der Analysenresultate:



Vertheilung der Gemengtheile:

	Muttergestein. Analyse XIII.	Calotten. Analyse XVI.	Granitkerne. Analyse XV.	Krystallkerne. Analyse XIV.	Orthoklas aus Mg. Analyse XII.
Biotit.	—	3.98	2.37	—	—
Orthoklas. . .	40.43	41.99	43.12	47.77	56.00
Albit	28.78	26.86	43.40	46.75	33.40
Anorthit . . .	7.86	7.89	0.79	3.65	10.30
Kaolin	—	—	0.86	—	—
Quarz.	22.93	19.28	9.46	1.83	0.30
Summa	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Die Bildung der Granitsphäroide von Kunnersdorf fand etwa in folgender Weise statt:

a. Während der Eruption wurden vom Granitmagma Bruchstücke fremder granitischer Gesteine umhüllt; oder ein vor der Eruption theilweise erstarrtes Granitmagma wurde von dem flüssigen Antheil durchbrochen und die Bruchstücke umhüllt.

b. Da die flüssige Masse überwog und einen Vorrath von Wärme besass, so begann die Resorbtion der festen Antheile, bis

c der Momment eintrat, wo das Magma mit dem Einschlussmaterial übersättigt war und soviel Wärme absorbirt hatte, dass

d wieder Kryptallisation eintreten konnte; da die Einschlüsse aus einem feinkörnigen Granit mit grossen prophyrischen Feldspatheinsprenglingen bestanden, so unterlag natürlich die feinkörnige leicht in seine constituirenden Gemengtheile[1]) dissociirbare Grundmasse einer viel rascheren Auflösung als die compakten prophyrischen Orthoklase (Krystallkerne der Variolen); natürlich fanden sich darunter auch solche Einschlüsse (Granitischen Kerne der Variolen), die keine porphyrische Einsprenglinge enthielten; besassen sie nur eine gewisse Grösse, dann blieb ein Ueberrest unaufgelöst. Doch entgiengen die porphyrischen Krystalle nicht gänzlich der Resorbtion, denn sie bestehen gewöhnlich aus einem Kern — denn eigentlichen Gesteinsrest — und einer äusseren Hülle; zwischen beiden steckt meist etwas von dem individualisirten Magmasubstrat (Quarz, Biotit).

1) Wie leicht Granite durch verschiedene geschmolzene Magmen in ihre einzelnen Bestandtheile dissociirt werden, beweisen meine verschiedenen synthetischen Versuche zur künstlichen Erzeugung secundärer Glaseinschlüsse und zur Umwandlung von Quarz in Tridymit; cf. v. Chrustschoff, Neues Jahrbuch 1887, Bd. I, p. 210 und Tschermak's Min. u. Petr. Mitth. Bd. VII, p. 295.

e. Der Einschlussrest ist von einer aus dessen resorbirtem Antheil und dem Granitmagma bestehenden Mischungszone, woraus die nun folgenden Mineralausscheidungen stattfinden und worin noch kleinere Reste des Einschlusses (vgl. p. 80) erhalten sein können, umgeben. Nun erfolgt um die Feldspathkerne die erste Ablagerung von gleichartiger Feldspathsubstanz und zwar in krystallonomischer Continuität mit denselben; das bereits vorhandene Krystallindividuum übt auf die sich ausscheidenden gleichartigen Krystallmoleküle einen richtenden Einfluss aus oder mit anderen Worten, es wächst auf Kosten der Mischungszone weiter, wobei (analog Magmaeinschlüssen) Partien des flüssigen, noch feste Partikel enthaltenden Antheils eingeschlossen werden.

f. Mit der Entfernungen von Krystallcentrum nimmt dessen richtende Energie an Intensität ab und in Folge dessen nehmen die später anschiessenden Feldspäthe nur noch eine dazu homologe Orientirung an; auch die granitischen Kerne äussern offenbar eine gewisse Attraction. In diesem Falle sind dieselben mit ihren Klinodiagonalen [somit auch den Tracen beider Spaltbarkeiten P (001) und M (010)] subparallel zu den Flächen des Centralkrystalls und tangential zu den Granitkernen gestellt,

g. Im Moment, wo die richtende Energie gänzlich zu wirken aufgehört hatte, erstarrte das Magma zu einem panidiomorph-körnig-granitischem Gemenge; die darin schwimmenden corrodirten Ueberreste des resorbirten Gesteinsmaterials deuten klar genug auf die Ursprungsart der Calotten hin.

Der Zirkon bewährt sich ebenfalls hier als ein werthvolles Argument zur Interprätation der Variolengenese; das Muttergestein und die granitischen Kerne führen Zirkon von verschiedenem Habitus; die Calotten dagegen enthalten beiderlei Zirkontypen, ein Umstand, der kaum eine andere Erklärung der Kugelbildung zulässt, als wir sie hier zu geben versucht haben.

Variolithischer Granit von Ghistorrai bei Fonni, Sardinien.

Litteratur:

I. vom Rath, Sitzungsberichte der Niederrh. Ges. 1883, p. 131.
II. vom Rath, Sitzungsberichte der Niederrh. Ges. 1885, p. 201.
III. Lovisato, Rend. Acad. dei Lincei, vol. I (1884—1885), p. 820.
IV. Lovisato, Rend. Acad. dei Lincei, vol. II (1885—1886), p. 485.
V. Lovisato, Rend. Acad. dei Lincei, vol. III (1886—1887), p. 507.
VI. Lovisato, Rend. Acad. dei Lincei, vol. IV (1887—1888), p. 355.
VII. Fouqué, Bull. Soc. Min. de Fr., t. XI (1887), p. 57.
VIII. von Chrustschoff, Bull. Soc. Min. de Fr., t. XI (1888), p. 173.

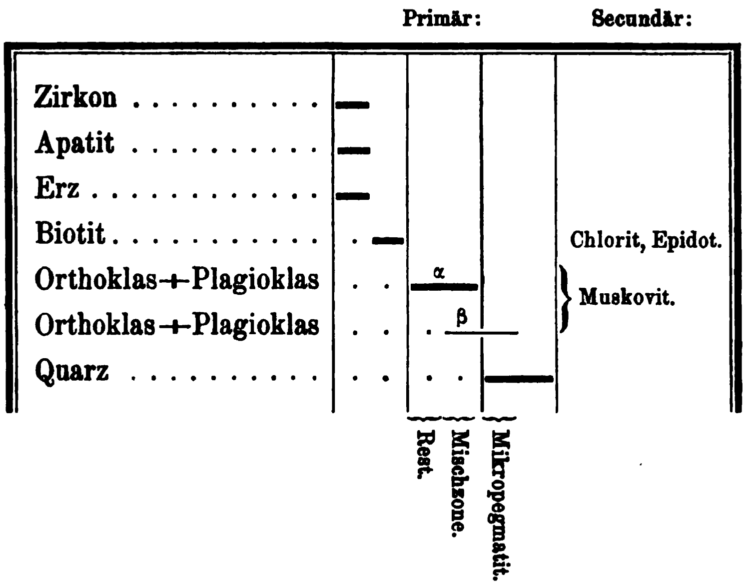
Professor Domenico Lovisato in Cagliari hatte die Liebenswürdigkeit, mir eine reichhaltige Suite von Handstücken dieser merkwürdigen und benachbarter Localitäten zu überlassen, und ich glaube, dass sich darunter sämmtliche von Prof. Lovisato beschriebenen Sphäroidtypen befinden. Im Ganzen stehen mir 8 vollkommene Kugelgebilde, die mehreren Typen angehören, zur Verfügung. Vom Muttergestein der Sphäroide von Ghistorrai, welches nach der Systhematik der Franzosen ein echter «granulite» sein soll, besitze ich leider nur sehr zersetztes Material, so dass ich auf eine genauere petrographische Beschreibung (nach dem hier durchgeführten Schema) verzichten muss. Hingegen liegen einige dunkle Einschlüsse mit daran haftendem Muttergestein von Ghistorrai sowie von Cap Carbonara vor, die ein ganz besonderes Interesse bieten, da sie in Graniten zu den allerverbreitetsten Erscheinungen gehören und in jeder Beziehung eine so auffallende Uebereinstimmung zeigen, dass man z. B. die dunklen Einschlüsse im Granit von Striegau (Schlesien) von den sardinischen weder makro- noch mikroskopisch zu unterscheiden vermag. Wir besitzen ferner noch keinerlei petrographischen Beschreibung dieses so allgemein verbreiteten dunklen Einschlussmaterials und daher werde ich zunächst dasselbe einer eingehenden Betrachtung unterziehen.

Granit in der Nähe eines dunklen Einschlusses, Ghistorrai. Dies ist ein mittelkörniger Granit, worin makroskopisch Feldspath, Quarz und Magnesiaglimmer erkannt werden können.

Mikroskopische Zusammensetzung.

Primäre Gemengtheile . .	Wesentliche . .	Orthoklas (a_1). Quarz (q). Biotit (M).
	Accessorische .	Plagioklas (t). Apatit (F_5). Zirkon (F_6). Mikropegmatit (mpg).
Secundäre Gemengtheile		Muskovit. Chlorit. Epidot.

Die Ausscheidungsfolge illustrirt folgende graphische Tabelle:



Demnach mit Formeln:

$$\underset{\gamma}{\Gamma\alpha} — \overline{(\dot{F}_{5\cdot\dot{6}})\, M\, ta_1\, \dot{t}a_1}\; \underline{\dot{m}pg\, q}.$$

Plagioklas; schwimmt entweder im Orthoklas β oder im Quarz; idiomorph und prachtvoll zonar struirt. Die Auslöschung des Kernes ist sehr gering (bis 2°), oft fast parallel zu einer Seite und nimmt nach aussen stetig zu, so dass jede Zone etwas später als die vorher-

gehende auslöscht, bis sie schliesslich in der peripherischen Zone eine Schiefe von über 10° erreichen kann. Somit schiessen in diesem Falle an einen saureren Kern immer basischere Lagen an, während bei den trachytischen und andesitischen zonar struirten Feldspathen das umgekehrte Verhältniss stattzufinden pflegt. Hier wurde folgende besonders complicirte Verwachsung und Ueberkrustung verschiedener Feldspathe in einem Individuum beobachtet (Taf. III, Fig. 16)[1]: *mn* ist der Resorbtionsrest eines Zwillings, dessen eine Hälfte *m* unter 21°, die andere Hälfte *n* unter 29° in gleichem Sinne zur Zwillingsgrenze auslöschen. Die dunkel schattirten Theile löschen gerade aus. Die Hülle ist ebenfalls ein Zwilling, doch steht dessen Zwillingsnaht senkrecht auf derjenigen des Kernes. Die rechte Hälfte löscht zugleich mit den in der linken Hälfte eingeschalteten hemitropen Lamellen, d. h. gerade aus. Die in der linken Hälfte eingeschlossenen (hellen) Zwillingslamellen *bb* löschen zugleich mit der rechten Hälfte und dem mit punktirten Linien angedeuteten Ausschnitt (aus der linken Hälfte) unter 12° aus. Giebt man der senkrechten Zwillingsnaht eine Neigung von 8°, so wird *o* dunkel und dann ist *oooo* ein geschlossener dunkler Rahmen. Die (hellen) unter 12° auslöschenden hemitropen Lamellen der linken Hälfte löschen gerade aus, sobald sie in den (hellen) Ausschnitt *ob* eintreten.

In einer grossen Anzahl (65) von Graniten aller möglichen weit von einander entfernter Localitäten, die sonst keine Spur von zonar struirten Feldspathen aufweisen, kommen in der Nähe von Einschlüssen in der Regel prachtvoll zonar aufgebaute Feldspathe vor; stellenweise in gleichartigem Granit auftretende Complexe zonar struirter Feldspathe führe ich daher ebenfalls auf gänzlich resorbirte Einschlüsse von exogenem (oder auch mitunter endogenem) Gesteinsmaterial zurück. Während ferner in homogenen Graniten gewöhnlich nur eine Feldspathgeneration auftritt, sind hier stets zwei Feldspathgenerationen deutlich ausgeprägt: die zonar struirten Feldspathe pflegen in homogenem als zuletzt erstarrter Mutterlaugenrest fungirendem allotriomorphem Orthoklas und Quarz zu schwimmen. Dieser Umstand ist besonders beachtenswerth; denn, während im normalen Granit die Paragenesis oft recht schwer zu entziffern ist, stehen sich hier beide Ausscheidungsphasen auf das schroffste gegenüber. Das Vorhandensein und die Bildung zonarer Feldspathe ist eine nothwendige Folge der gegenseitigen Wechselwirkung von Granitmagma und des Einschlussmaterials und daher etwa folgendermaassen zu deuten: der Einschluss wurde zum Theil resorbirt und es entstand um denselben herum eine Mischzone; die bereits individualisirten Feldspathe des Granitmagmas traten mit der Mischzone in Wechselwirkung, wodurch dieselben ihrerseits zum Theil resorbirt und corrodirt wurden; jedesmal, als die die Krystallisation begünstigenden Factoren die Oberhand gewannen, schoss eine neue Feldspathlage an, die in Folge der sich beim Ausscheidungsakt stets ändernden chemischen Constitution der Mischzone, von der vorhergehenden etwas verschieden sein musste. Von der Basicität der Granitfeldspathe, des Granitmagmas und des Einschlussmaterials ist natürlicher Weise die Qualität der anschiessenden Feldspathmoleküle direct abhängig: ist der Einschluss basischer, als der Granit und dessen Feldspathe,

1) Auf der Tafel III ist Figur 16 verkehrt gestellt: die linke Hälfte *bbb* ist rechts zu denken.

so werden basischere, und umgekehrt sauerere Feldspathzonen zur Ausscheidung gelangen. Die übrigen Gemengtheile zeigen den gewöhnlichen granitischen Habitus und bieten nichts besonders Bemerkenswerthes.

Zirkon; farblose Krystalle mit sehr scharfen Kanten; langprismatisch nach (111) (110) (100) (311); (110) sehr schmal, (111) und (311) im Gleichgewicht oder (311) nur angedeutet und fehlend. Alle möglichen Verzerrungen sind sehr verbreitet, das Prisma herrscht jedoch immer vor. Entweder homogen und fast farblos oder zonar struirt, rissig, grau, mitunter fast impellucid. Zonarer Aufbau charakteristisch: auf einen centralen, den äusseren Umrissen conformen, ganz homogenen, $^2/_8$ des Kryställchen ausmachenden Kern, folgt eine äusserst fein zonar struirte schmale Schaale. *Interpositionen:* opake Partikel; farblose Nadeln; Hohlräume; fluidale und hyaline Poren. *Dimensionen:* Grösster beobachteter Krystall: 0.32 mm. lang, 0.06 mm. dick und breit; durchschnittlich: 0.15 mm. lang, 0.08 mm. breit und dick. Echt granitischer Typus.

Unregelmässige oder rundliche dunkle Einschlüsse im Granit von Ghistorrai[1]). Diese an dunklen Gemengtheilen reichen, sehr feinkörnigen (stets feinkörniger als die Granitmasse) Einschlüsse sehen makroskopisch gewissen Glimmersyeniten zum Verwechseln ähnlich und lassen mit der Loupe höchstens weissliche Partikel und Leistchen feldspathiger Natur nebst einem Glimmermineral erkennen.

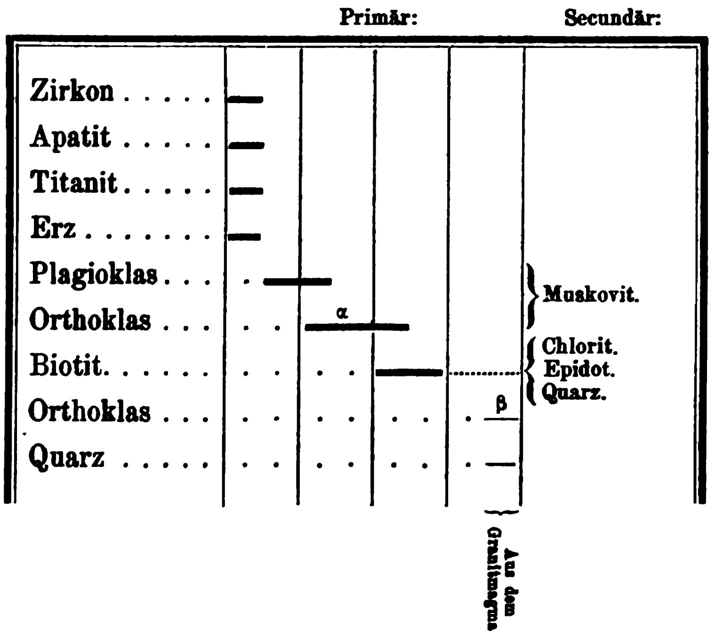
Mikroskopische Zusammensetzung:

Primäre Gemengtheile...	Wesentliche ..	Orthoklas (a_1). Plagioklas (t). Biotit (M).
	Accessorische .	Quarz (q). Titanit (F_7). Apatit (F_5). Zirkon (F_6). Erz (F_1).
Secundäre Gemengtheile		Chlorit. Epidot. Muskovit. Quarz.

Die paragenetischen Verhältnisse sind sehr klar ausgeprägt: zu den intratellurischen Ausscheidungen gehören, wie immer, Apatit, Zirkon, Erz und Titanit, sodann gelangen die panidiomorphen Feldspathe erster Generation zur Individualisation; die Schlussphase der Feldspathausscheidung fällt mit der ersten Phase der Biotitbildung zusammen und in den

1) A. Phillips, On concretionary Patches and Fragments of other Rocks contained in Granite. Quarterly Journal of the Geol. Soc. vol. XXXIV, 1880, № 141, p. 5 sqq.

nun übrig bleibenden Fugen und Lücken erstarrt Orthoklas und Quarz; noch übersichtlicher und genauer ist dies aus folgender graphischen Darstellung ersichtlich:



Mit Formeln ist dies zu schreiben:

$$\Sigma\alpha\beta^{1)} — \overline{(F_{1\cdot\dot{5}\cdot\dot{6}\cdot7})} \underline{t\, a_1\, M} + (a_1 + \dot{q}).$$

Die Structur ist im Sinne Rosenbusch's eine panidiomorph körnige und trachytische im Sinne der Franzosen; *sie erinnert lebhaft an gewisse Glimmersyenite und es scheint das Einschlussgestein in der That eine von anderen Bisilicaten freie, plagioklasreiche Biotitminette zu sein.*

Orthoklas; idiomorphe Leisten mit ausgefransten Rändern (formes arborisées der französischen Petrographen), die meistens aus einer getrübten bis völlig sericitisirten und aggregatpolarisirenden, sehr unregelmässigen Kernpartie und mehr weniger breiten Rändern von auffallender Frische bestehen; entweder einheitlich oder sehr oft Karlsbader und Bavenoer Zwillinge. Die Leisten löschen bald gerade bald unter 5—7° zur Längsrichtung aus; sie rühren daher von nach der Klinoaxe gestreckten Krystallen her. Maximaldifferenz: $\alpha - \gamma = 0.0072$. *Interpositionen:* kurze Apatitsäulchen, allerlei winzige Poren, Glimmerschuppen, ferruginöse Partikel. Am Rande des Einschlusses kommen prachtvoll zonar struirte grössere Orthoklase vor.

Plagioklas; Form und Mikrostructur der Durchschnitte wie beim monoklinen Feldspath; die hemitropen Lamellen (nach dem Albitgesetze) sind ausserordentlich fein und zahlreich; Auslöschungsschiefe sehr gering, gewöhnlich unter 1°, doch wurden auch höhere Werthe bis zu 6° symmetrisch zur Zwillingsgrenze constatirt. In manchen Fällen schienen die wasser-

1) Siehe weiter unten p. 102.

klaren Ränder *früher* auszulöschen, als der Kern. Maximaldifferenz $\alpha - \gamma = 0.0083$, d. h. ersichtlich bedeutender als im Orthoklas und in Folge dessen gehen die Interferenzfarben bis gelb I-ter Ordnung (etwa 331 der Michel-Lévy'schen Tafel) hinauf. Umschliesst dieselben Interpositionen wie Orthoklas.

Quarz (primär); der Gehalt an unzweifelhaft primärem, d. h. dem ursprünglichen Einschlussgestein angehörendem Quarze, ist in verschiedenen Einschlüssen ziemlich grossen Schwankungen unterworfen und bewegt sich zwischen 5% und 30%; füllt Fugen und eckige Lücken zwischen Feldspath und Glimmer aus, indem er dieselben mitunter recht deutlich corrodirt hat. In gewissen Fällen mag das Einschlussmaterial von einem quarzfreien Gestein und der zur Zeit vorhandene Quarz ganz aus dem Granitmagma stammen. *Interpositionen:* Apatitsäulchen; leere und fluidale Poren, deren Libellen beim Erwärmen auf 50° nicht absorbirt wurden.

Biotit; hypidiomorphe und unregelmässige in Feldspath randlich einschneidende Partien; Pleochroismus:

$\mathfrak{c}$ dunkelbisterbraun,
$\mathfrak{b}$ bisterbraun,
$\mathfrak{a}$ blassstrohgelb.

Absorbtion: $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$; Maximaldifferenz $\alpha - \gamma = 0.038$; umschliesst stark lichtbrechende Körnchen (wahrscheinlich Anatas).

Apatit; kurze abgerundete Säulchen.

Zirkon; ausserordentlich selten; sehr kleine undeutliche Krystalle nach (111) (110), seltener (100) und (311); prismatischer Habitus; Verzerrungen selten; Zonarstructur selten: die ersten Zonenstreifen von innen sind ganz abgerundet oval, nach aussen werden sie immer deutlicher polygonal, so dass die letzten genau (111) (110) entsprechen. *Interpositionen:* Grosse ovale; schlauch-, wurmförmige Hohlräume, so dass der Krystall manchmal bloss aus dünnen Häuten von rissiger Zirkonsubstanz besteht; opake Partikel; unzweifelhafte hyaline Einschlüsse mit einem und mehreren Gasbläschen. *Dimensionen:* grösster Krystall: 0.10 mm. lang, 0.05 mm. breit, 0.04 mm. dick; durchschnittlich: 0.07 mm. lang, 0.03 mm. breit, 0.02 mm. dick.

Erz; der Magnetitgehalt schwankt in verschiedenen Einschlüssen bedeutend; man könnte ihn zwischen 2—6% schätzen; in HCl lösen sich sämmtliche opaken Partikel sehr leicht.

Titanit bildet kleine hellgelbe Krümchen und Körner, die besonders gerne im Biotit sitzen.

Zersetzungserscheinungen: die inneren Partien der Feldspathe sind häufig so sehr von Muskovitfasern erfüllt, dass von unveränderter Substanz keine Spur mehr zu erkennen ist. Die Umwandlung des Biotits geht in folgender Weise von sich: || $\mathfrak{c}$ wird nicht das ganze Biotitindividuum gleichmässig dunkelbraun, sondern nur streifenweise, während die dazwischen liegenden Streifen intensiv grün gefärbt erscheinen; dieser Unterschied ist || $\mathfrak{a}$ fast gar nicht bemerkbar, und die in anderen Schnitten grün werdenden Partien sehen hier vielleicht

um einen Ton heller strohgelb aus. Zu gleicher Zeit mit der Grünfärbung scheiden sich parallel zur Spaltbarkeit Züge und Schwärme von winzigen, hellgelben, stark lichtbrechenden Körperchen (irgend ein Titanmineral) aus. Hierauf wird die grüne Farbe immer intensiver und in allen Schnitten erkennbar, bis schliesslich das Biotitindividuum in einen rein bläulich grünen, schwach pleochroitischen Chlorit, der in dunkelvioletten Polarisationstönen wandelt, übergegangen ist. Der Chlorit zerfällt seinerseits in compakten lichtgelben Epidot und Quarz. In dieser Weise entstehen in grösseren Chloritcomplexen zellige Epidotnester, deren Zellen mit wasserklarem, bis auf winzige Poren einschlussfreiem Quarz ausgefüllt sind. Diese Zersetzungserscheinungen treten am intensivsten am Rande der Einschlüsse und fleckenweise innerhalb derselben auf; grosse Partien pflegen ganz frei davon zu sein. Zur Analyse kamen nur frischaussehende Einschlusspartien zur Verwendung[1]).

Analyse XVII (Bauschanalyse eines dunklen, glimmerreichen Einschlusses des II. Typus, Ghistorrai bei Foni).

Volum-Gewicht: 2.838.

		Sauerstoff.		Metalle.		Quotienten.			
Kieselsäure	61.10 =	32.590	+ Si	28.510 =	1.0185	1.0247			1.8030
Titansäure	0.51 =	0.199	+ Ti	0.311 =	0.0062				
Thonerde	15.55 =	7.247	+ Al	8.303 =	0.3019	0.3281		0.7783	
Eisenoxyd	2.10 =	0.630	+ $\overset{\text{III}}{\text{Fe}}$	1.470 =	0.0262				
Eisenoxydul	2.21 =	0.491	+ Fe	1.719 =	0.0307	0.2107	0.4502		
Magnesia	6.30 =	2.520	+ Mg	3.780 =	0.1600				
Kalk	1.12 =	0.320	+ Ca	0.800 =	0.0200				
Kali	9.38 =	1.597	+ K	7.783 =	0.1995	0.2395			
Natron	1.23 =	0.318	+ Na	0.912 =	0.0400				
H_2O (Glühverlust)	1.08		O	45.912 =	2.8700				
Summa:	100.58								

Sauerstoffverhältniss: Sauerstoff der Monoxyde 5.246

» » Sesquioxyde 7.877

» » SiO_2 und TiO_2 32.789

$$= \frac{5.246 + 7.877}{32.789} = 0.400$$

$$\text{oder} = \frac{\text{Summe der Quotienten der Metalle} \quad 1.8030}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoffs} \quad 2.8700} = 0.628.$$

1) Aus dem betreffenden Gestein wurden circa 1 mm. dicke Plättchen geschnitten, poliert und mit Säure leicht angeätzt; dadurch wurden die stärker chloritisirten Partien deutlicher und konnten mit einer Zange ausgebrochen werden. Die am frischesten aussehenden Partien wurden unter dem Präparirmikroskop mit weisser Farbe umzogen.

Analyse XVIII (Glimmer aus demselben Einschluss).

Volum-Gewicht 3.125.

			Sauerstoff.		Elemente.			Quotienten.				
Kieselsäure	41.17	=	21.957	+	Si	19.213	=	0.6860				1.8740
Thonerde	18.24	=	8.500	+	Al	9.740	=	0.3545	0.3891		1.1880	
Eisenoxyd	2.77	=	0.831	+	$\overset{\text{III}}{\text{Fe}}$	1.939	=	0.0346				
Eisenoxydul	7.06	=	1.570	+	Fe	5.490	=	0.0999	0.6081	0.7989		
Magnesia	20.33	=	8.132	+	Mg	12.198	=	0.5082				
Kali	8.73	=	1.480	+	K	7.250	=	0.1858	0.1908			
Natron	0.15	=	0.040	+	Na	0.110	=	0.0050				
Glühverlust	0.83				O	42.510	=	2.6570				
Summa:	99.28											

Sauerstoffverhältniss: Sauerstoff der Monoxyde 11.222

» » Sesquioxyde 9.331

» » Kieselsäure 21.957

$$= \frac{11.222 + 9.331}{21.957} = 0.936$$

oder: $\dfrac{\text{Summe der Quotienten der Metalle } 1.8740}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoffs } 2.6570} = 0.705.$

Dieser Eisenmagnesiaglimmer ist tombakbraun und kommt der von Rammelsberg berechneten Formel sehr nahe; enthält etwas Fluor, welches aber nicht bestimmt wurde. Zur Berechnung der Bauschanalyse XVII wurden die theoretischen Werthe eingeführt.

Analyse XIX (dunkler glimmerärmerer Einschluss des I. Typus).

Volum-Gewicht: 2.767.

			Sauerstoff.		Elemente.			Quotienten.				
Kieselsäure	68.02	=	36.280	+	Si	31.740	=	1.1337				1.7967
Thonerde	15.31	=	7.135	+	Al	8.175	=	0.3000	0.3079		0.6630	
Eisenoxyd	0.59	=	0.170	+	$\overset{\text{III}}{\text{Fe}}$	0.420	=	0.0079				
Eisenoxydul	2.14	=	0.470	+	Fe	1.670	=	0.0300	0.1425	0.3551		
Magnesia	3.41	=	1.364	+	Mg	2.046	=	0.0852				
Kalk	1.53	=	0.438	+	Ca	1.092	=	0.0273				
Kali	5.67	=	0.965	+	K	4.705	=	0.1206	0.2126			
Natron	2.85	=	0.736	+	Na	2.114	=	0.0920				
Glühverlust	0.46				O	47.558	=	2.9720				
Summa:	99.98											

Sauerstoffverhältniss: Sauerstoff der Monoxyde 3.973
» » Sesquioxyde 7.305
» » Kieselsäure 36.280.

$$= \frac{3.973 + 7.305}{36.280} = 0.311$$

$$\text{oder: } \frac{\text{Summe der Quotienten der Metalle } 1.7967}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoffs } 2.9720} = 0.604.$$

Analyse XX (an dunklen Einschlüssen haftender Granit).

Volum-Gewicht: 2.588.

		Sauerstoff.	Elemente.		Quotienten.				
Kieselsäure	71.71 =	38.245 +	Si	33.465 =	1.1951				
Thonerde	15.05 =	7.014 +	Al	8.036 =	0.2909	0.3049			1.7747
Eisenoxyd	1.11 =	0.330 +	$\overset{III}{Fe}$	0.780 =	0.0140				
Eisenoxydul	0.29 =	0.065 +	Fe	0.225 =	0.0040			0.5796	
Magnesia	0.56 =	0.224 +	Mg	0.336 =	0.0140	0.0433			
Kalk	1.42 =	0.405 +	Ca	1.014 =	0.0253		0.2747		
Kali	5.43 =	0.920 +	K	4.510 =	0.1154	0.2314			
Natron	3.59 =	0.927 +	Na	2.663 =	0.1160				
Glühverlust	0.61		O	48.131 =	3.0080				
Summa:	99.77								

Sauerstoffverhältniss: Sauerstoff der Monoxyde 2.542
» » Sesquioxyde 7.344
» » Kieselsäure 38.245

$$= \frac{2.542 + 7.344}{38.245} = 0.258;$$

$$\text{oder: } \frac{\text{Summe der Quotienten der Metalle } 1.7747}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoffs } 3.0080} = 0.590.$$

Berechnung der Analyse XIX.

Gemengtheile:	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	H_2O	Summa
Biotit . . .	6.23	2.66	0.52	1.07	3.41	—	1.40	—	—	15.29
Orthoklas .	16.35	4.66	—	—	—	—	4.27	—	—	25.28
Albit	16.54	4.71	—	—	—	—	—	2.85	—	24.10
Anorthit . .	3.27	2.80	—	—	—	1.53	—	—	—	7.60
Kaolin . . .	0.56	0.48	—	—	—	—	—	—	0.17	1.21
Quarz . . .	25.07	—	—	—	—	—	—	—	—	25.07
Magnetit .	—	—	0.07	1.07	—	—	—	—	—	1.14
Rest	—	—	—	—	—	—	—	—	0.29	0.29
Summa. . .	68.02	15.31	0.59	2.14	3.41	1.53	5.67	2.85	0.46	99.98

Daraus folgt[1]):

XIX.

Biotit.	15.52
Orthoklas	25.27
Albit	24.15
Anorthit	7.60
Kaolin	1.20
Quarz.	25.12
Magnetit	1.14
Summa	100.00

1) Die Gemengtheilprocente wurden stets durch Division der dem zu berechnenden Mineral nach der theoretischen Formel zukommenden Si O_2-Menge in den dafür aus anderen Daten berechneten Si O_2-Antheil ermittelt und diese Zahlen sodann auf 100 reducirt.

Berechnung der Analyse XVII[1].

Gemengtheile:	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	Summa.
Biotit. . . .	11.52	—	4.96	0.97	1.97	6.30	—	2.58	—	28.30
Orthoklas .	26.04	—	7.42	—	—	—	—	6.80	—	40.26
Albit	7.13	—	2.03	—	—	—	—	—	1.23	10.39
Anorthit. .	2.39	—	2.05	—	—	—	1.12	—	—	5.56
Quarz . . .	14.02	—	—	—	—	—	—	—	—	14.02
Magnetit. .	—	0.51	—	1.13	0.24	—	—	—	—	1.88
Rest (1.08 H_2O)	—	—	−0.91	—	—	—	—	—	—	0.17
Summa .	61.10	0.51	15 55	2.10	2.21	6.30	1.12	9.38	1.23	100.58

Berechnung der Analyse XX.

Gemengtheile:	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	H_2O	Summa.
Biotit. . . .	1.02	0.44	0.08	0.17	0.56	—	0.27	—	—	2.54
Orthoklas .	19.76	5.63	—	—	—	—	5.16	—	—	30.55
Albit	20.84	5.93	—	—	—	—	—	3.59	—	30.36
Anorthit. .	3.04	2.60	—	—	—	1.42	—	—	—	7.06
Kaolin . . .	0.52	0.45	—	—	—	—	—	—	0.16	1.13
Quarz. . . .	26.58	—	—	—	—	—	—	—	—	26.58
Rest.	—	—	1.03[2]	0.12	—	—	—	—	0.45	1.60
Summa . . .	71.71	15.05	1.11	0.29	0.56	1.42	5.43	3.59	0.61	99.77

---

1) Dieser Berechnung wurden folgende Formeln zu Grunde gelegt: Rammelsberg, Handbuch der Mineralchemie, 2. Auflage (1875):

p. 449, *Nephelin:* $\left\{ \begin{matrix} K_2 \overset{\text{III}}{Al} Si_4 O_{12} \\ 3\, Na_2 \overset{\text{III}}{Al} Si_2 O_8 \end{matrix} \right\}$ = SiO_2 46.51, Al_2O_3 31.82, Na_2O 14.42, K_2O 7.25.

p. 527, *Biotit:* $\{K_2 R_7 \overset{\text{III}}{R}_2 Si_7 O_{28}\}$ = SiO_2 40.28, Al_2O_3 17.47, Fe_2O_3 3.40, FeO 6.90, MgO 22.00, K_2O 9.0.

p. 547, *Orthoklas:* $\{K_2 Al Si_6 O_{16}\}$ = SiO_2 64.68, Al_2O_3 18.43, K_2O 16.89.

p. 554, *Albit:* $\{Na_2 Al Si_6 O_{16}\}$ = SiO_2 68.62, Al_2O_3 19.56, Na_2O 11.82.

p. 554, *Anorthit:* $\{Ca Al Si_2 O_8\}$ = SiO_2 43.08, Al_2O_2 36.82, CaO 20.10.

p. 642, *Kaolin:* $\{H_2 \overset{\text{III}}{Al} Si_2 O_8 + H_2O\}$ = SiO_2 46.40, Al_2O_3 39.68, H_2O 6.96, aq 6.96.

2) Fe_2O_3 und FeO kann hier nicht wohl auf Magnetit berechnet werden, da in diesem Gestein nur ganz vereinzelte winzige Erzkörnchen vorkommen.

Danach lassen sich die den Einschluss, sowie den daran haftenden Granit constituirenden Mineralgemengtheile folgendermaassen procentarisch berechnen:

Einschluss: XVII.

Biotit. . . .	28.43
Orthoklas .	39.97
Albit	10.81
Anorthit. .	5.50
Quarz . . .	13.93
Magnetit. .	1.86
Summa. . .	100.00

Granit: XX.

Biotit. . . .	2.58
Orthoklas .	31.12
Albit	30.93
Anorthit. .	7.20
Quarz. . . .	27.03
Kaolin . . .	1.14
Summa. . .	100.00

In den meisten mittel- bis feinkörnigen Biotit führenden Graniten kommen derartige dunkle Einschlüsse vor und ich habe allein 35 solcher Vorkommnisse untersucht. Besonders häufig können dieselben im Granit von Striegau (Schlesien) angetroffen werden. Unter den Einschlüssen dieser und vieler anderen Fundorte sind eigentlich zwei Typen zu unterscheiden:

I. Quarzreiche und biotitärmere mit fast isometrischen Feldspathen; Kieselsäure-Gehalt 65—69%; Γατ, panidiomorph körnig und oft miarolitisch.

II. Quarzärmere und biotitreiche mit schmalleistenförmigen Feldspathen; Kieselsäure-Gehalt 60—65%; Σαβ [1]), strahligkörnig.

Die ersteren gehören einem echt granitischen, die letzteren dagegen einem glimmersyenitischen oder kersantiähnlichen Gesteine an.

Variolen.

Die Sphäroide zeigen alle möglichen Formen: mehr oder weniger regelmässige Ellipsoide, Ovoide, Linsen, verdrückte Körper mit lemniscatenähnlichem Querschnitt, und endlich Polygone mit stark verrundeten Ecken und Kanten. Im Allgemeinen machen sie den Eindruck von Gesteinsfragmenten, die ihre Gestalt einer mehr oder weniger vorgeschrittenen Resorbtion durch das Granitmagma verdanken. Besass das Fragment eine gewisse Grösse, so wurden dessen Anfractuositäten bei längerer Einwirkung des Magmas immer mehr verrundet, so dass zuletzt ein sphäroidaler oder ellispoidaler Rest übrig blieb.

Sämmtliche 8 mir zu Gebote stehenden Sphäroide bestehen aus einer Kernpartie und mehreren concentrischen, meist deutlich radialfaserig struirten Schalen. Die auf den Kern folgende Zone ist die breiteste, meist glimmerfrei und erscheint homogen oder radialgefasert; zwischen beiden steckt gewöhnlich nur stellenweise Biotit. Nun folgt eine Anzahl ganz dünner Calotten, deren jede nach aussen biotitreicher und deren Oberflächen mit Biotit dicht

1) Siehe weiter unten p. 102.

bekleidet werden; in Folge dessen lassen sich die Variolen aus dem Gestein mit feinkörnig-glatter glimmerbekleideter Oberfläche herausschlagen und die concentrischen Calotten abspalten. Die innere erste Schale spaltet sich hingegen fast wie ein Feldspathkrystall.

Kerne.

Nach Structur und mineralogischem Bestand[1]) lassen sich folgende Typen unterscheiden:

I. Typus (an dunklen Gemengtheilen reiche Kerne). In einer der vielen mir von Prof. Lovisato gütigst überlassenen Stufen befanden sich zwei grössere (zu 3½ Ctm. Durchm.) und eine kleinere, etwa 2 Ctm. grosse unansehnliche Variole mit dunklem Kerne, der einem ausserordentlich interessanten, bisher noch nicht beobachteten Gesteine angehört. Dasselbe besteht makroskopisch aus weisslichem Feldspath, dunkelgrau hyalinem Quarz und einem dunkelbraunen Magnesiaglimmer; mit blossem Auge kann man sonst nichts identificiren. Es besitzt ferner die Structur und den äusseren Habitus gewisser Glimmersyenite.

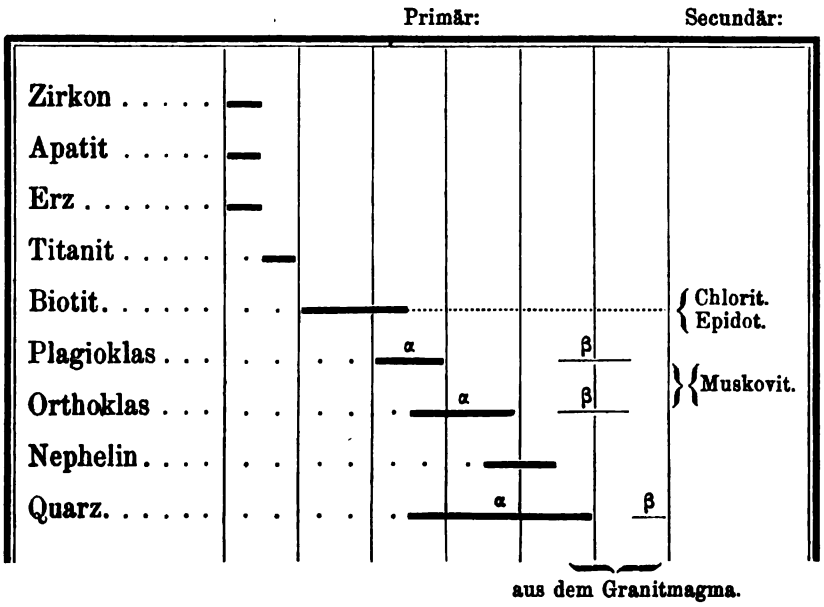
Mikroskopische Zusammensetzung:

Primäre Gemengtheile	Wesentliche	Biotit (M). Orthoklas (a_1). Plagioklas (t). Nephelin (n). Quarz (q)
	Accessorische	Apatit (F_5). Titanit (F_7). Magnetit (F_1). Zirkon (F_6).
Secundäre Gemengtheile		Chlorit. Epidot. Muskovit.

Die Ausscheidungsfolge ist keineswegs so leicht zu ermitteln, als es auf den ersten Blick den Anschein hat. Zu den zuerst ausgeschiedenen Elementen gehören Zirkon, Apatit und Erz; Apatit ist älter als Titanit, da dieser von dem ersteren durchspickt wird; nun kommt Biotit zur Individualisation; dann folgt Feldspath, zu Ende der Feldspathbildung beginnt die Nephelinausscheidung und zuletzt erstarrt der Quarz. Auf Einwirkung des Granitmagmas

1) Fouqué (l. c.) meint, dass die Variolen Kerne von derselben Beschaffenheit wie das Muttergestein aufweisen; dies mag ja bei einigen, jedenfalls aber selten, der Fall sein, denn das an mehreren meiner Sphäroide haftende Gestein ist dem betreffenden Kerne so unähnlich, wie möglich.

sind folgende Veränderungen zurückzuführen: Orthoklas+Plagioklas sind zum Theil aufgelöst und deren Resorbtionsreste durch Ueberkrustung mit etwas verschiedener Feldspathsubstanz zu ganzen idiomorphen Individuen regenerirt worden; in den Lücken zwischen den gelockerten Gemengtheilen sind bald wasserheller Orthoklas, bald Quarz eingedrungen. Eine weit bessere Einsicht in die Detailverhältnisse gewährt folgende graphische Darstellung:



Mit Formeln wäre dies auszudrücken:

$$\Sigma\alpha\beta\ ^{1)} - \overline{[(F_{1\cdot5\cdot6\cdot7})M}\underline{(t + a_1)nq]} + [t\,a_1\,q].$$

1) $\Sigma\alpha$ = strahlig-körnige Structur, d. h. leistenförmige Feldspathe und zwischen denselben irgend welches allotrio- oder idiomorph körniges Mineral. Ophitisch = $\Gamma\omega$ ist nur dann anwendbar, wenn grosse Krystallindividuen eines Gemengtheiles von Krystallen eines anderen Gemengtheiles wimmeln; dafür können die bekannten, von Feldspathleisten durchsetzten Pyroxenplatten der sibirischen Trappe als classisches Beispiel dienen (cf. meine Arbeit über die Gesteine von der Steinigen Tunguska). Ob nun Pyroxen oder ein anderes Mineral diese Bedingung erfüllt, ist meines Erachtens unwesentlich, da ja damit nur der Structurhabitus bezeichnet werden soll. Für diejenigen Structuren aber, wo in den Räumen zwischen Feldspathleisten verschieden orientirte idiomorphe oder allotriomorphe Substanzen wie Quarz, Feldspath, Glimmer, Nephelin etc. stecken, d. h. Structuren, die man passender Weise als strahlig-körnig bezeichnen kann, giebt es bis jetzt noch keinen Ausdruck. Daher schlage ich dafür den Buchstaben Σ (strahlig) mit Hinzufügung von α = körnig (Körner idiomorph), β = körnig (Körner allotriomorph) vor. Zwar habe ich der Uebersichtlichkeit und Bequemlichkeit halber Michel-Lévy's Formeln adoptirt und allenthalben durchgeführt, doch scheint es mir, dass Herr Michel-Levy mitunter die so anschaulichen Bezeichnungen Rosenbusch's nicht immer richtig aufgefasst habe. Man sehe nur in seiner Structure et classification des roches éruptives, p. 29 u. 30: $\Gamma\beta$ = structure granulitique und $\Gamma\delta$ structure granitique grenue wird der panidiomorph-miarolithischen Structur Rosenbusch's gegenübergestellt; was Rosenbusch damit bezeichnet wissen will, ist mir ganz klar, was aber Michel-Lévy's structure granulitique bedeute, blieb mir stets unverständlich.

Behufs einer bequemeren Catalogisirung der im Mine-

Somit haben wir hier einen Repräsentanten der bisher noch unbekannten quarzführenden Facies der Nephelingesteine: einen Biotit-Quarz-Nephelinsyenit. Wenn auch ein Theil des vorhandenen Quarzes unzweifelhaft aus dem Granitmagma stammt, so scheint das Gestein doch auch primären Quarz zu enthalten, denn mitunter schneiden geradlinig begrenzte Quarzindividuen in den Biotit ein; zweimal wurden auch ganz im Biotit und Feldspath schwebende Quarzkörner beobachtet.

α-Orthoklas; meist central getrübte idiomorphe Durchschnitte; leistenförmig und gegenseitig hypidiomorph; Carlsbader und Bavenoer Zwillinge nicht selten; die meisten Individuen bestehen aus getrübten Kernen und wasserhellen Rändern. Die getrübten Kerne besitzen mitunter scharfe Krystallcontouren, während die Ränder nach aussen ausgefranst (formes arborisés der Franzosen) erscheinen; Spaltbarkeit versteckt und nur selten bemerkt man krumme grobe Risse nach P (001) Auslöschung zur Längsaxe der Leisten entweder gerade oder bis 8°; es sind dies somit nach der Klinodiagonale gestreckte Krystalle. Maximaldifferenz $\alpha - \gamma = 0.0065$. Umschliesst Schuppen und zierliche hexagonale Täfelchen von Biotit, Apatitnadeln und selten Zirkon; hie und da wurden auch kleine fluidale Poren wahrgenommen.

α-Plagioklas; die leistenförmigen Durchschnitte im Allgemeinen grösser, breiter und kürzer als beim Orthoklas; nicht selten bestehen die klaren Schalen, welche getrübte Orthoklasreste umgeben, aus Plagioklas (ähnlich wie im Rappakivi). Neben einer äusserst feinen Zwillingsstreifung ist oft ein zonarer Aufbau vorhanden, wobei die einzelnen Zonen zu submikroskopischer Breite hinuntersinken können, so dass sich die Zonarstructur nur noch durch

---

ralogischen Museum der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften befindlichen sibirischen Gesteinssuiten habe ich zu den von Michel-Lévy in Vorschlag gebrachten Gesteinsformeln (cf. Structure et classification des roches éruptives, p. 29 sqq.) folgende Ergänzungen hinzugefügt:

Ein Punkt über dem Gemengtheilzeichen, z. B. $\dot{P}_3$	bedeutet accessorisch in gewöhnlichem Sinne.
Zwei Punkte über dem Gemengtheilzeichen, z. B. $\ddot{F}_6$	bedeutet sporadisch, sehr selten, ganz vereinzelt.
∼ z. B. $\widetilde{O}$, $\widetilde{P}_4$	bedeutet zersetzter Gemengtheil, z. B. serpentinisirter Olivin.
Ueber einem grossen Gemengtheilzeichen ein kleines Gemengtheilzeichen, z. B. $\overset{m}{A}$, $\overset{A}{P}_3$ . . .	bedeutet in Umwandlung begriffen, z. B. muskovitisirter Orthoklas, amphibolitisirter Pyronen.
σ über einem Gemengtheilzeichen, z. B. $\overset{\sigma}{A}_3$, $\overset{\sigma}{m}$, $\overset{\sigma}{q}$.	bedeutet secundäres Product, z. B. secundärer Muskovit, Quarz etc.
Γτ	miarolithische Structur.

Γρ, $\Gamma\overset{\circ}{\rho}$	radialstrahlige, concentrische Structur.
Γκ	granitische Kataklasstructur.
Γr	Gneissstructur.
Γφ	körnig fragmentäre Structur.
K	klastische Structur.
T	Tuffoide Structur.
Σα	strahlig-körnige Structur; leistenförmige Feldspathe mit idiomorphen Körnern dazwischen.
Σβ	strahlig-körnige Structur; leistenförmige Feldspathe mit allotriomorphen Körnern dazwischen.
Das unter das Structurzeichen untergeschriebene Structurzeichen ω, μ, ν, z. B. $\underset{\gamma}{\Gamma\omega}$, $\underset{\nu}{\Pi\mu}$	vereinzelt in der Hauptstructur vorkommende andere Structur.
Ein über das Gemengtheilzeichen gestelltes ω, μ, ν, z. B. $\overset{\omega}{P}$, $\overset{\mu}{t}$	deutet an, welcher Gemengtheil eine gewisse Structur hauptsächlich bedingt.

undulöse Auslöschung zu erkennen giebt. Jeder dieser ausserordentlich feinen Anwachsstreifen besitzt also eine von der vorhergehenden etwas abweichende chemische Beschaffenheit; da nun die Auslöschung von aussen nach innen wächst, so werden die Zonen nach aussen immer saurer, was auch zu erwarten ist.

β-*Orthoklas;* wasserklare unregelmässige, zwischen den primären Gemengtheilen gleichsam eingekeilte Körner; sie gehören augenscheinlich nicht zum ursprünglichen Gestein, sondern stammen, wie die klaren Schalen des α-Orthoklases, aus dem Granitmagma, welches zwischen die aufgelockerten Gemengtheile eindrang, d. h. injicirt wurde[1]). In denselben findet man selten vereinzelte Spaltrisse nach P (001) und wahrscheinlich nach dem Prisma und noch seltenere geradlinige Begrenzungselemente. Gegen die vorkommenden Spaltrisse löschen sie unter 0, 8 resp. 22° aus. Maximaldifferenz $\alpha - \gamma = 0.0067$ und daher nur eisgraue Polarisationstöne. *Interpositionen:* sehr dünne und lange Apatitnadeln; Biotithexagone; winzige leere und fluidale Poren, deren Libellen bei 100° C. noch nicht verschwanden.

β-*Plagioklas;* ein Theil der sich in gewöhnlichem Licht wie β-Orthoklas verhaltenden Feldspathsubstanz besitzt eine stärkere Doppelbrechung als dieser (bis gelb I-ter Ordnung), zeigt aber keine Spur von Zwillingslamellirung. Die Auslöschungsschiefe auf die selten vorkommenden geraden Spaltrisse bezogen, beträgt hier bis 27°.

Quarz; ein Theil des Quarzes ist gegen Nephelin, α-Orthoklas, α-Plagioklas idiomorph und daher entschieden ein primärer, integrirender Gemengtheil des eingeschlossenen Gesteins. Der andere, bedeutendere Theil hat Orthoklas, Plagioklas und sogar Biotit corrodirt, ist stets allotriomorph und stammt zweifellos aus dem Granitmagma. Auf mechanische Deformationen zurückzuführende Erscheinungen sind ziemlich verbreitet; ganz homogen aussehende Partien zerfallen im polarisirten Lichte in wenig verschieden orientirte stengelige Theile, deren Trennungslinien entweder ganz scharf oder verwaschen sind, wobei man den Uebergang dieser beiden Stadien ineinander und schliesslich zur undulösen Auslöschung ohne jede Spur eines Zerfallens in Subindividuen gradatim verfolgen kann. Umschliesst häufig abgerundete, wie geflossen aussehende Feldspathkörner nebst langen schlanken Apatitnadeln.

Nephelin. Meist allotriomorph, sehr selten gegen Quarz und β-Orthoklas idiomorph; durchaus frisch und wasserhell; ätzt man einen Dünnschliff mit Säuren, so finden sich darin soviele Löcher, als Nephelin vorhanden war; zur mikrochemischen Reaction sind aber die Nephelinpartien zu klein. Durch behutsames Anätzen und Behandlung mit Eosin gelang es mitunter den Nephelin zu tingiren; doch ist diese Reaction sehr undeutlich, da der Eosinfarbstoff so zwischen andere Gemengtheile eindringt, dass man ihn durch Abspülen und wiederholtes Auswaschen nicht ganz zu entfernen vermochte. In Folge dessen drang der Farbstoff zwischen Feldspathe und auf Capillarrissen (besonders in die getrübten Kerne), in dieselben hinein und gab ihnen ebenfalls eine rosa Färbung. Gewisse Gesteine eignen sich überhaupt gar nicht zum Tingiren. Zur definitiven Feststellung der Natur des nephelinähn-

1) cf. v. Chrustschoff, Ueber das Gestein der Insel Walamo etc. etc. Geologiska Föreningens Förhandlingar. Bd. 13, 1891, p. 157 sqq.

lichen Gemengtheiles wurden 1.2125 Gr. Gesteinspulver mit HCl behandelt; im Säureauszug konnten 0.0402 Gr. Alkalien[1]) nachgewiesen werden, worin 0.0159 K_2O und durch Differenz 0.0243 Na_2O bestimmt wurden. Diese Werthe entsprechen 1.31% K_2O und 2.01% Na_2O; doch fordert Nephelin etwas mehr Na_2O, es kommen nämlich auf 1.31% K_2O 2.60% Na_2O; bei der Berechnung der Analyse wurde daher nur die gefundene Kalimenge eingeführt, während für Natron der theoretisch geforderte Werth eingesetzt wurde. In der klaren Nephelinmasse kommen spärliche, nicht ganz gerade Risse, sowie Reihen von winzigen Poren vor, die wahrscheinlich der Spaltbarkeit folgen, da nach dieser Richtung die Auslöschung stattfindet. Optisch verhält er sich normal, d. h. einige Durchschnitte verhalten sich absolut isotrop, andere polarisiren in düster grauen Tönen, doch stets sehr schwach. In einem Falle konnte die Einaxigkeit deutlich erkannt werden. Doppelbrechung, wie immer, sehr gering, wahrscheinlich geringer, als diejenige des Canadabalsams.

Biotit; reichlich und ganz frisch; idiomorphe blättrige Massen und leistenförmige Durchschnitte. Pleochroismus intensiv:

$\mathfrak{c}$ dunkelbraunroth,
$\mathfrak{b}$ braunroth,
$\mathfrak{a}$ strohgelb.

Absorbtion $= \mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$; Differenz $\alpha - \gamma = 0.048$; Axenwinkel mittelgross; Dispersion $\rho < \upsilon$; optischer Charakter negativ. Nicht selten finden sich darin kreisrunde, fast schwarze Flecke, welchen aber nur ausnahmsweise ein helles winziges Körnchen als Centrum dient. Umschliesst ausserdem Apatitnadeln und Erzkörner.

Apatit; ziemlich häufig; lange schlanke Nadeln (0.1—0.3 mm. lang und 0.003—0.01 mm. dick); mitunter so fein, dass sie wie Striche erscheinen.

Titanit; sehr selten; einmal wurde ein kleiner, sehr scharfer Zwilling von länglich hexagonalem Querschnitt, also nach $(\bar{1}23)$ (001) $(\bar{1}01)$ wahrgenommen.

Magnetit; Körner und kleine Krystalle von octaedrischem Habitus.

Zirkon; aus 3 Gramm Gesteinsmaterial wurden nur 3 Kryställchen nebst einigen Fragmenten gewonnen. Syenittypus; sehr mangelhaft nach (111) (110) (100) ausgebildete Individuen mit wie corrodirt erscheinenden Ecken und Kanten; (311) manchmal angedeutet. Ein Kryställchen zeigt Zonarstructur, wobei die Zonenstreifen mit den äusseren Umrissen conform sind. *Interpositionen:* Hohlräume und opake Partikel. *Dimensionen:* 0.1 mm. lang und 0.04 mm. breit; dieser Typus erinnert lebhaft an denjenigen im sog. Syenit (Amphibolgranit) von Heppenheim im Odenwald, doch hier sind die Krystalle viel kleiner.

Zersetzungsprodukte: die inneren Partien der Feldspathe zeigen alle Stadien einer fortschreitenden Sericitisirung und Kaolinisirung; die Muskovitfasern bilden zuerst einen unentwirrbaren mit Kaolinklümpchen untermischten Filz, später nehmen die Muskovitfasern grössere Dimensionen an, während Kaolin verschwindet; der Biotit ist stellenweise chloriti-

1) Nebst einer Spur Ca O.

sirt. Allein diese Zersetzungserscheinungen treten intensiver nur partienweise in frischerem Gesteinsmaterial auf, so dass in einigen Schliffen von 2 Ctm. □ sehr wenig davon zu bemerken ist.

Zur Berechnung der Analyse wurden die früher angeführten Rammelsberg'schen Formeln zu Grunde gelegt. Nephelin wurde aus dem im Säureauszug gefundenen Kali-Natron, Biotit[1]) aus der Magnesia, Orthoklas aus dem Kalirest, Albit aus dem Natronrest, Anorthit aus dem Kalk, Kaolin aus dem Thonerderest, Magnetit aus dem Eisenoxydrest und endlich Quarz aus dem Kieselsäurerest berechnet. Zur Analyse wurden nur frischaussehende Partien verwendet.

Analyse XXI (Nephelin-Biotit-Quarz-Gestein-Kern).

Volum-Gewicht bei $14\frac{1}{2}$° C.: 2.760.

			Sauerstoff.		Elemente.		Quotienten.				
Kieselsäure	61.52	=	32.810	+	Si 28.710	=	1.0254				1.7949
Thonerde	17.48	=	8.146	+	Al 9.334	=	0.3394	0.3765			
Eisenoxyd	2.97	=	0.890	+	$\overset{III}{Fe}$ 2.080	=	0.0371				
Eisenoxydul	2.27	=	0.505	+	Fe 1.765	=	0.0316	0.1098	0.3980	0.7695	
Magnesia	2.78	=	1.092	+	Mg 1.638	=	0.0682				
Kalk	0.56	=	0.160	+	Ca 0.400	=	0.0100				
Kali	7.05	=	1.190	+	K 5.860	=	0.1502	0.2832			
Natron	4.12	=	1.063	+	Na 3.057	=	0.1330				
(H_2O) Glühverlust	2.23				O 45.856	=	2.8660				
Summa:	100.93										

Sauerstoffverhältniss: Sauerstoff der	Monoxyde	4.010
» »	Sesquioxyde	9.036
» »	Kieselsäure	32.810

$$= \frac{4.010 + 9.036}{32.810} = 0.397;$$

$$\text{oder: } \frac{\text{Summe der Quotienten der Metalle } 1.7949}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoffs } 2.8660} = 0.626$$

1) Da dieser Biotit demjenigen aus den dunklen Einschlüssen sehr ähnlich ist und dieselbe Färbung besitzt, so wurde er auch hier als ein Eisenmagnesiaglimmer angesprochen.

Berechnung der Analyse XXI.

Gemengtheile:	$Si\,O_2$	$Al_2\,O_3$	$Fe_2\,O_3$	$Fe\,O$	$Mg\,O$	$Ca\,O$	$K_2\,O$	Na_2O	$H_2\,O$	Summa
Nephelin. .	8.45	5.78	—	—	—	—	1.31	2.62	—	18.16
Biotit . . .	4.99	2.16	0.42	0.85	2.73	—	1.12	—	—	12.27
Orthoklas .	17.67	5.63	—	—	—	—	4.62	—	—	27.92
Albit	8.62	2.48	—	—	—	—	—	1.50	—	12.60
Anorthit. .	1.20	1.02	—	—	—	0.56	—	—	—	2.78
Kaolin . . .	0.45	0.41	—	—	—	—	—	—	0.14	1.00
Magnetit .	—	—	2.55	1.13	—	—	—	—	—	3.68
Quarz . . .	20.14	—	—	—	—	—	—	—	—	20.14
Rest	—	—	—	0.29	—	—	—	—	2.09	2.38
Summa. . .	61.52	17.48	2.97	2.27	2.73	0.56	7.05	4.12	2.23	100.93

Daraus folgt:

XXI.

Nephelin	18.52
Biotit.	12.70
Orthoklas.	27.80
Albit	12.81
Anorthit	2.83
Kaolin	1.02
Magnetit	3.80
Quarz.	20.52
Summa	100.00

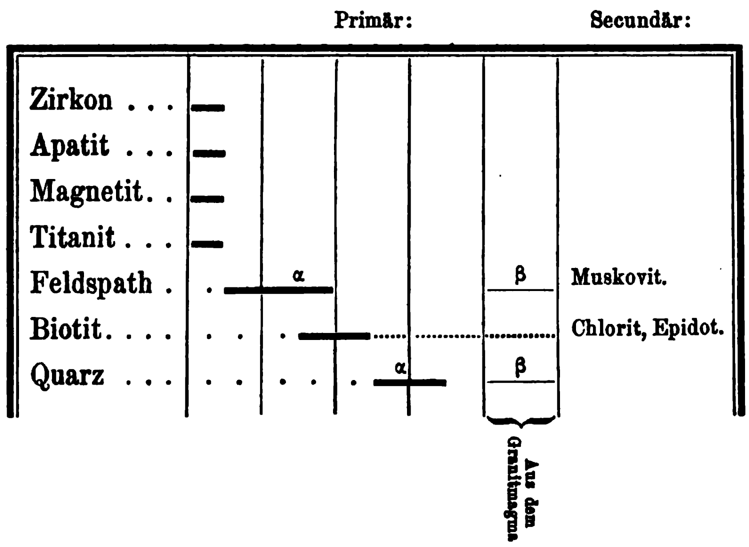
Ein zweites zu diesem Typus gehörendes Kerngestein ist auf Tafel II, Fig. 10 abgebildet. Das Gestein gleicht in jeder Beziehung demjenigen p. 100 (dunkle unregelmässige Einschlüsse) beschriebenen so sehr, dass eine genauere Betrachtung desselben ganz überflüssig wäre.

Mikroskopische Zusammensetzung:

Primäre Gemengtheile . . .
- Wesentliche . . : Orthoklas (a_1). Plagioklas (t). Biotit (M). Quarz (q).
- Accessorische . : Apatit (F_5). Titanit (F_7). Magnetit (F_1). Zirkon (F_6).

Secundäre Gemengtheile . . . . : Chlorit, Epidot. Muskovit. Kaolin.

Die Paragenesis ist hier etwas verschieden als im erwähnten Gesteine: I. Apatit, Titanit, Magnetit, Zirkon, II. Feldspath, d. h. Orthoklas und Plagioklas durchaus gleichzeitig, III. Biotit, IV. Quarz; injicirt aus dem Magma Feldspath+Quarz. Die Structur ist typisch strahlig körnig und erinnert ebenfalls sehr lebhaft an diejenige vieler Glimmersyenite. Graphisch stellt sich die Paragenesis folgendermaassen dar:



Das Gestein enthält viel mehr Quarz als der beschriebene Einschluss und ein Theil desselben scheint hier entschieden primär zu sein. Der Biotit ist stärker chloritisirt.

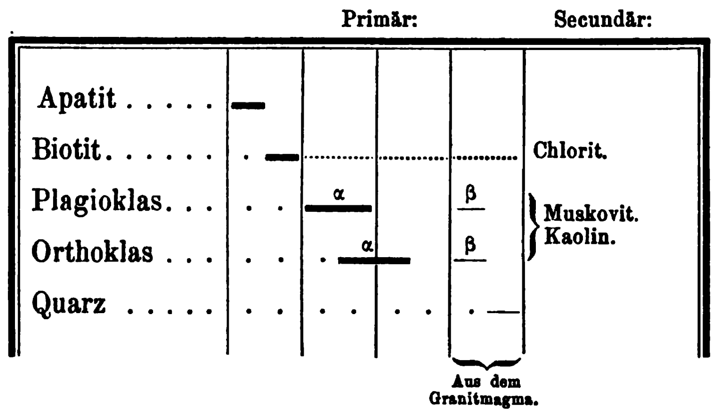
$$\Sigma\alpha\beta - [\overline{(F_{1\cdot5\cdot6\cdot7})(t+a_1)}\,\underline{Mq}] + [t + a_1 + q].$$

II. Typus (an dunklen Gemengtheilen sehr arme und freie Kerne). Diese Variole (Taf. II, Fig. 7) ist länglich oval, der Längsschnitt derselben unregelmässig ellipsoidisch, der Querschnitt verrundet quadratisch. Eigentlich ist es sehr schwer diese Kernmodification anschaulich (Taf. III, Fig. 1 u. 2) mit Worten zu beschreiben: man denke sich einen grossen, nach der Klinodiagonale gestreckten zonarstruirten Feldspathkrystall nach P (001), M (010), y ($\bar{2}01$): jede einzelne Zone desselben wird aus vielen, annähernd gleichorientirten kleineren ebenso ausgebildeten Krystallen aufgebaut; um bildlich zu sprechen, könnte man sagen, dass jede Zone gleichsam eine Mauer darstellt, die aus lauter viereckigen Krystallbausteinen zusammengesetzt ist. Zersägt man die Variole nach der kleineren Axe, so resultirt ein verrundet viereckiger Durchschnitt: die Einzelkrystalle sind nach zwei sich beiläufig unter 90° schneidenden Richtungen, d. h. parallel den Seiten des Vierecks angeordnet (Taf. II, Fig. 7). Zwischen den Krystallbausteinen befindet sich ein vollkommen pellucides homogenes Cement und fast im Centrum des Kernes einige dunkle Glimmereinschlüsse.

Mikroskopische Zusammensetzung.

Primäre Gemengtheile . .	Wesentliche . .	Plagioklas (t). Orthoklas (a_1). Quarz (q).
	Accessorische .	Biotit (M). Apatit (F_5).
Secundäre Gemengtheile		Chlorit. Muskovit. Kaolin.

Die Ausscheidungsfolge illustrirt folgende Tabelle, worin die dicken Striche (α) bedeuten die ursprünglichen, die dünnen (β) die aus dem Granitmagma stammenden, später hinzukommenden Gemengtheile:



$$\Gamma — [\overline{F_5 \dot{M}}\, \underline{t\, a_1}] + [t + a_1 + q]$$

Die schon makroskopisch erkennbare Disposition der Einzelkrystalle des Feldspathes bestätigt sich im Allgemeinen auch mikroskopisch, doch ihre Orientirung ist nicht streng, sondern nur beiläufig parallel und homolog, es finden jedoch meist Drehungen um die Klinodiagonale als Axe statt; daher kommt es, dass nicht alle Durchschnitte zugleich auslöschen. Häufig liegen mitten in einer Gruppe fast gleichorientirter Individuen Durchschnitte, die in keinerlei Beziehungen zu denselben zu stehen scheinen. Die Zwischenmasse besteht zum Theil aus wasserklarem Orthoklas, zum Theil aus Quarz; mit diesen Substanzen erfüllte Lücken löschen auf weite Strecken einheitlich aus und gehören daher grossen Krystallindividuen an.

Plagioklas; getrübt; lauter idiomorphe, nach der Klinoaxe verlängerte, nach beiden anderen Axen verschieden dicke Krystalloide, die nach zwei sich unter einem fast rechten Winkel kreuzenden Richtungen gestellt sind. Am besten liesse sich diese Disposition mit einem Dominospiele vergleichen, worin jeder Stein parallel einer der Seiten zu sein pflegt; die Zwillingsstreifungen in verschiedenen Krystalloiden stehen also parallel und senkrecht zu einander. Diese Orientirung ist aber keine genaue, sondern nur eine annähernde, es weichen vielmehr die Zwillingsstreifen in zu einander parallelen oder senkrechten Durchschnitten um 1—8° von der betreffenden Richtung ab und es finden ausserdem offenbar Drehungen um eine der Axen statt, denn die Zwillingsnähte erscheinen hier haarscharf und in dem benachbarten Durchschnitt verwaschen. Das Ganze ist höchstwahrscheinlich weiter nichts, als ein nach beiden Spaltbarkeiten zerdrückter Krystall, wobei die einzelnen Fragmente vom eindringenden Granitmagma auseinandergetrieben, gegeneinander verschoben und gedreht worden sind.

Ueberall wo die Plagioklasindividuen mit dem Orthoklas + Quarz-Cement in direkte Berührung kommen, zeigen sie sich häufig von einem schmalen Saum von wasserheller Feldspathsubstanz, die zweifellos als eine spätere Ausscheidung aus dem Granitmagma anzusehen ist, umgeben. Die Feldspathfragmente sind also zuerst corrodirt und sodann von gleichartiger Substanz überkrustet worden (Taf. III, Fig. 2).

Die Spaltbarkeiten sind selten gut ausgeprägt; Zwillingsbildungen: Individuen nach dem Albit-, solche nach dem Periklingesetze, d. h. fast rechtwinkelige Gitter; Carlsbader Zwillinge zweier porysynthetischer Stöcke nach dem Albitgesetze; Carlsbader Zwillinge, deren eine Hälfte nur aus nach dem Albitgesetze, die andere nur aus nach dem Periklingesetze verzwillingten Lamellen besteht. In einigen Durchschnitten kommen ferner unregelmässige Flecke vor, deren Zwillingsstreifung einen rechten Winkel mit der Zwillingsstreifung der Hauptmasse einschliesst. Symmetrische (zur Zwillingsnaht) Maximalauslöschungsschiefe: 18—20°.

α-Orthoklas; Durchschnitte von derselben Beschaffenheit wie diejenigen des Plagioklases, meist ohne bestimmte Orientirung im Plagioklas schwimmend, selten ebenso wie der letztere orientirt. Mitunter bemerkt man auch hier schmale wasserklare Ränder. Das optische Verhalten bietet nichts Beachtenswerthes.

β-Orthoklas; füllt die zwischen den Plagioklasen vorhandenen Lücken aus und ist im Gegensatz zum älteren Feldspath absolut wasserklar und frisch. Da die Füllmasse auf weite

Strecken hin einheitlich auszulöschen pflegt, so gehört sie sehr grossen Krystallindividuen an (auf den ganzen Kern können kaum mehr als 3—4 Quarz- und Orthoklasindividuen kommen); mitunter scheint es, dass sämmtlicher Quarz und sämmtlicher Orthoklas je einen Krystall darstellen. Die Auslöschung beträgt gegen die selten vorkommenden Risse 0° oder 6—8°. Interferenzfarben sehr niedrig; Maximaldifferenz α—γ 0.0065. ***Interpositionen:*** zahlreiche leere und fluidale Poren.

Quarz; als Lückenausfüllung zwischen den Plagioklasfragmenten; corrodirt denselben mitunter recht intensiv; zu einem Krystallindividuum gehören, wie beim β-Feldspath viele, anscheinend isolirte Lücken. Zeigt keinerlei mechanische Deformationen. Umschliesst, wie gewöhnlich, leere und fluidale Poren.

Biotit; vereinzelte dunkelbraune, zum Theil chloritisirte unregelmässige Partien.

Apatit: vereinzelte rundliche Körner meist im primären Feldspath.

Zersetzungserscheinungen: Die Trübung des α-Feldspathes ist auf Anscheidung von Kaolinklümpchen und massenhafter Bildung secundärer leerer und fluidaler, oft mit Infiltrationen gefärbter Poren zurückzuführen. Sodann entwickeln sich darin Muskovitfäserchen, aus diesen Muskovitblättchen und zuletzt hie und da scharfe Muskovitkryställchen. In diesem Falle sind aber nur die Trübungen verbreitet, und nur ganz vereinzelte kleine Partien muskovitisirt. Ein kleiner Theil des spärlich vorhandenen Biotits ist chloritisirt.

Der aus einer ganzen Variole isolirte dunkle Magnesiaglimmer zeigt folgende chemische Zusammensetzung:

Analyse XXII (Biotit[1]) aus den Variolen).

Volum-Gewicht bei 15° C.: 3.131.

			Sauerstoff.			Elemente.		Atomquotienten.			
Kieselsäure	38.97	=	20.784	+	Si	18.186	=	0.6460			1.8924
Thonerde	16.15	=	7.526	+	Al	8.624	=	0.3136	0.3606	1.2464	
Eisenoxyd	3.76	=	1.120	+	$\overset{\text{III}}{\text{Fe}}$	2.630	=	0.0470			
Eisenoxydul	8.11	=	1.802	+	Fe	6.308	=	0.1126	0.8858		
Magnesia	23.01	=	9.204	+	Mg	13.806	=	0.5752			
Kali	9.31[2])	=	1.584	+	K	7.776	=	0.1980			
(H_2O) Glühverlust	0.29				O	42.020	=	2.6262			
Summa:	100.54										

Sauerstoffverhältniss: Sauerstoff der Sesquioxyde		8.646
» »	Monoxyde	12.590
» »	Kieselsäure	20.784.

1) Enthält Fluor, der aber nicht bestimmt wurde. | 2) Enthält etwas Natron.

$$= \frac{8.646 + 12.590}{20.784} = 1.021$$

$$\text{oder: } \frac{\text{Summe der Quotienten der Metalle } 1.8924}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoffs } 2.6262} = 0.720.$$

Analyse XXIII (Kern des II-ten Typus).

Volum-Gewicht bei 15° C.: 2.685.

			Sauerstoff.		Elemente.			Quotienten.			
Kieselsäure	72.62	=	38.730	+	Si 33.890	=	1.2103				1.7909
Thonerde	15.62	=	7.270	+	Al 8.350	=	0.3036	0.3058		0.5806	
Eisenoxyd	0.18	=	0.054	+	$\overset{\text{III}}{Fe}$ 0.126	=	0.0022				
Magnesia	0.16	=	0.064	+	Mg 0.096	=	0.0040	0.0118	0.2748		
Kalk	0.44	=	0.126	+	Ca 0.314	=	0.0078				
Kali	4.24	=	0.724	+	K 3.526	=	0.0904	0.2630			
Natron	5.35	=	1.380	+	Na 3.970	=	0.1726				
(H_2O) Glühverlust	0.96				O 48.348	=	3.0218				
Summa:	99.58										

Sauerstoffverhältniss: Sauerstoff der Monoxyde 2.294
» » Sesquioxyde 7.324
» » Kieselsäure 38.730

$$= \frac{2.294 + 7.324}{38.730} = 0.248$$

$$\text{oder: } \frac{\text{Summe der Quotienten der Metalle } 1.7909}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoffs } 3.0218} = 0.592.$$

Berechnung der Analyse XXIII.

Gemengtheile:	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	H_2O	Summa.
Biotit. . . .	0.29	0.12	0.04	0.16	—	0.07	—	—	0.68
Orthoklas .	16.00	4.56	—	—	—	4.18	—	—	24.74
Albit	31.05	8.85	—	—	—	—	5.85	—	45.25
Anorthit. .	0.94	0.80	—	—	0.44	—	—	—	2.18
Quarz . . .	24.34	—	—	—	—	—	—	—	24.34
Rest[1]) . . .	—	1.29	0.14	—	—	—	—	0.96	2.39
Summa .	72.62	15.62	0.18	0.16	0.44	4.25	5.35	0.96	99.58

Daraus folgt:

XXIII.

Biotit. . . .	0.74
Orthoklas .	25.48
Albit	46.56
Anorthit. .	2.17
Quarz. . . .	25.05
Summa. . .	100.00

III. Typus. Eine im Querschnitt verdrückt ellipsoidische Variole; fällt schon dadurch auf, dass die äussere Calotte keinen radialen Aufbau zeigt, sondern feinkörnig granitisch aussieht. Die unregelmässige Kernpartie besteht aus mehreren makroskopisch unterscheidbaren, weisslich-trüben Feldspathkörnern, ohne Quarzcement und am Rande einer einzigen dunklen Glimmerpartie.

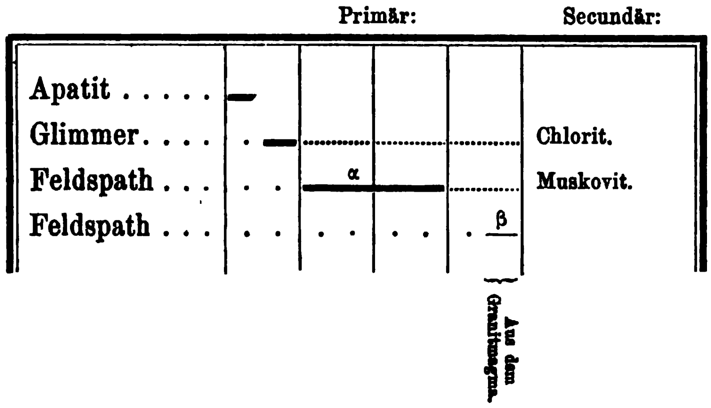
Mikroskopische Zusammensetzung:

Primäre Gemengtheile . . { Wesentliche . . { Plagioklas (t). Orthoklas (a_1).
Accessorische. . { Biotit (M). Muskovit (m).

Secundäre Gemengtheile. . . . . { Chlorit. Muskovit.

1) Den Thonerderest als Kaolin zu berechnen wäre in diesem Falle unthunlich.

Die Paragenesis stellt folgende Tabelle dar:



Mit Formeln ist dies auszudrücken:

$$\Gamma\alpha - \overline{(F_{\dot{\mathfrak{z}}\cdot\dot{\mathfrak{s}}})\,\dot{M}\,\underline{\dot{m}}}\underline{\,t\,a_1} + (t + a_1).$$

Feldspath; grosse, idiomorphe mit grauem Staub erfüllte, zackig ineinandergreifende Individuen, die meist von einer ganz schmalen wasserhellen Zone umgeben sind.

Orthoklas; stärker getrübt als der asymetrische Feldspath; optisches Verhalten normal.

Plagioklas; zum Theil ganz frisch und nur längs unregelmässigen Rissen getrübt. Zwillingsstreifung meist sehr fein (nach dem Albitgesetze). Maximalauslöschung zwischen zwei hemitropen Lamellen 18°. Auch hier erkennt man deutlich, dass die Individuen vom Granitmagma dissociirt, zum Theil zersprengt und dann corrodirt worden seien; später erfolgte die Ueberkrustung mit gleichartiger Feldspathsubstanz, so dass die durch Corrosion entstandenen Lücken wieder ausgefüllt wurden und zwar geschah dies oft in krystallonomischer Continuität mit den daran grenzenden Feldspathkrystalloiden. Da aber die Hüllen in ihrer chemischen Constitution von derjenigen der Hauptmasse verschieden sein müssen, so tritt im polarisirten Lichte die Verschiedenheit beider recht prägnant hervor, indem die wasserhellen Zonen später als die Hauptmasse auslöschen; bald setzen die Zwillingsstreifen unabgelenkt in die Hüllen über, bald löschen die Zonen einheitlich aus; somit scheint, dass diese Zonen sowohl aus Orthoklas als auch aus Plagioklas bestehen können.

Eine eigenthümliche Structur zeigen die nach aussen gekehrten Ränder dieses Kernes; wie bereits erwähnt, besteht die äussere Schale nicht, wie bei allen anderen Sphäroiden, aus auf den Kern radial gestellten Büscheln von Feldspathnadeln, sondern aus einem zuckerkörnigen Gemenge von Feldspath und Quarz. Die peripherischen Theile des Kernes sehen in eigenthümlicher Weise zerfressen (Taf. III, Fig. 3) aus und es scheint, dass der Feldspath randlich zertrümmert und die Fragmente wieder verkittet worden seien.

Glimmer; der spärliche Biotit ist zum Theil chloritisirt und mit Muskovit, der hier zum Theil wenigstens primär sein dürfte, verwachsen.

IV. Typus. Hierher gehören die meisten Variolen; die Kerne bestehen aus Quarz, Feldspath und etwas Biotit. Es lassen sich zwei Modificationen unterscheiden:

Fig. VI (1/1).

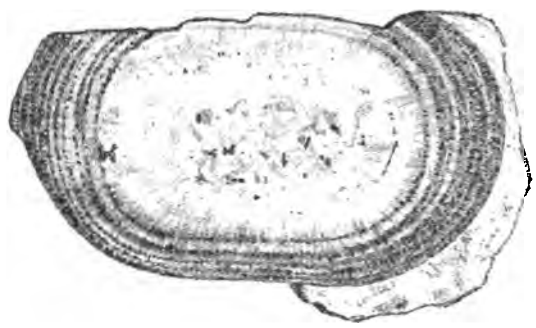
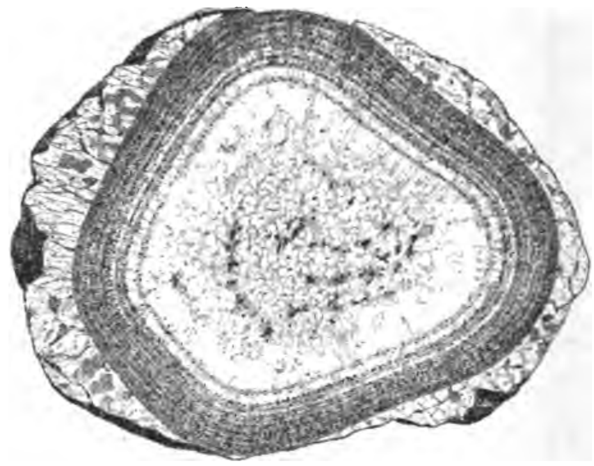


Fig. VII (1/2).



A. Der Kern wird durch einen einzigen, zersprengten und corrodirten Feldspathkrystall gebildet (Fig. VI).

B. Der Kern wird durch eine Gruppe von verschieden orientirten Feldspathkrystalloiden gebildet; jedes Individuum ist zersprengt, corrodirt, die dissociirten Fragmente sind mit Quarz- und Feldspathsubstanz verkittet (Fig. VII).

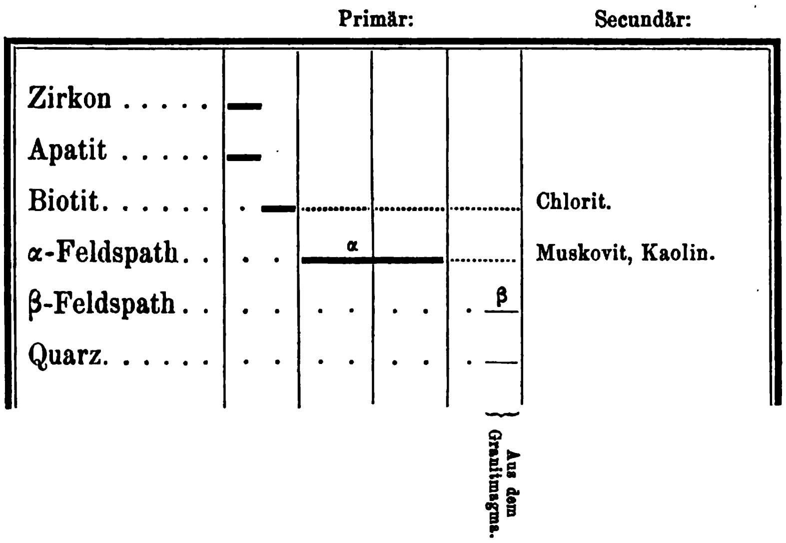
In zwei Fällen liessen sich die Umrisse des Krystallkernes auf M (010), P (001), l (110), t ($\bar{1}$10) beziehen[1]; die Biotiteinschlüsse sind bald regellos vertheilt, bald häufen sie sich vorzugsweise ganz am Rande des Kernes, so dass die Form derselben sehr deutlich hervortritt.

Mikroskopische Zusammensetzung:

Primäre Gemengtheile . .	Wesentliche . .	Plagioklas (t). Orthoklas (a_1). Quarz (q).
	Accessorische .	Biotit (M). Apatit (F_5). Zirkon (F_6).
Secundäre Gemengtheile.		Chlorit. Muskovit.

1) Aetzt man die polirte Fläche eines durchschnittenen, zu diesem Typus gehörenden Sphäroides mit Fluss- oder Kieselflusssäure und behandelt sie sodann mit einer alkoholischen Fuchsinlösung, so tritt nach wiederholtem Abspülen der centrale Krystall besonders schön hervor (cf. Lovisato, Rend. Acad. dei Lincei 1886, p. 507).

Die paragenetischen Verhältnisse bringen folgende graphische Darstellung zum Ausdruck:



Dies mit Formeln ausgedrückt:

$$\Gamma\alpha - [\overline{(F_{5\cdot 6}^{\cdot\,\cdot})\,\dot{M}}\,\underline{ta_1}] + (t + a_1 + q).$$

α-Orthoklas; getrübte, offenbar corrodirte Reste, die in mannigfaltiger Weise von dem frischen, vollkommen wasserhellen β-Orthoklas umhüllt werden. Die Auflösung (Corrosion) hat oft nach krystallographischen Richtungen stattgefunden, so dass in den meisten Fällen verschiedene rechteckige Durchschnitte mit verrundeten Ecken entstanden sind. In den zu A. gehörenden Variolen sind diese Reste unter sich fast parallel angeordnet.

β-Orthoklas ist zum Theil parallel mit α-Orthoklas und α-Plagioklas verwachsen, zum Theil füllt er die Lücken zwischen den primären Feldspathresten aus; er unterscheidet sich vom ersteren durch seine aussergewöhnliche Frische, ja fast glasigen Charakter. Spaltbarkeiten sehr schlecht ausgeprägt und nur durch Schaaren von Poren angedeutet. Gewöhnlich polarisirt das Orthoklascement auf weite Strecken hin einheitlich, so dass es mitunter den Anschein hat, dass die Lückenfüllmasse einem einzigen Krystallindividuum angehöre. Maximaldifferenz $\alpha - \gamma = 0.0072$. *Interpositionen:* zahlreiche leere und fluidale, mit rasch tänzelnden Libellen ausgestattete Poren; ganz vereinzelte Apatitsäulchen; sehr selten kleine Zirkone.

α-Plagioklas; getrübte und noch völlig wasserhelle, nach krystallonomischen Richtungen fantastisch corrodirte oder fensterartig durchbrochene Durchschnitte; sie gehören offenbar entweder mehreren oder einem einzigen zersprengten Individuum an; die einzelnen Fragmente sind gegeneinander nur wenig verschoben und löschen daher fast gleichzeitig aus.

Trotz der Trübungen ist die Zwillingslamellirung nach beiden Gesetzen (sowie mannigfache Combinationen derselben mit dem Carlsbader Gesetze) überall noch deutlich ausgeprägt. Symmetrische (zur Zwillingsnaht) Maximalauslöschung 12°. Differenz $\alpha - \gamma = 0.009$. *Interpositionen:* leere und fluidale Poren; Muskovit.

β-Plagioklas tritt ausschliesslich in Form von wasserhellen Hüllen um corrodirte Reste von α-Feldspath auf.

Parallele Verwachsungen von α-Feldspath mit β-Feldspath; *α-Orthoklas und β-Orthoklas.*

I. Der Kern wird durch einen Bavenoer Zwilling gebildet (Or II Or III); die wasserhelle Hülle zerfällt in zwei mit ersterem parallele Zwillingshälften (Or I Or IV), die sich aber gegenseitig in einem umgekehrten Verhältniss befinden, d. h. es löschen die rechte Hälfte des Kernes (Or II) und die linke der Hülle (Or IV) gerade (|| zur Zwillingsnaht), die linke Hälfte des Kernes (Or III) und die rechte der Hülle (Or I) nach entgegengesetzten Richtungen unter 3°—5° aus (Taf. III, Fig. 15).

II. Eine Hälfte des Kernes (Or II) löscht gerade und die dazu gehörende Hülle (Or I) unter 3° nach links, die andere Hälfte des Kernes (Or III) unter 5° nach links und der dazu gehörende Hüllentheil (Or IV) unter 5° nach rechts aus (Taf. III, Fig. 15).

III. Um einen ganz kleinen α-Feldspathrest (Taf. III, Fig. 13) kommen mitunter zwei parallel damit verwachsene Orthoklaszonen vor, wovon die innere nach links (Or I), die äussere nach rechts (Or II) unter gleichen Winkeln von 5° auslöschen.

α-Orthoklas und α-Plagioklas mit β-Orthoklas und β-Plagioklas.

IV. α-Orthoklasreste werden von β-Plagioklas und β-Orthoklas, dann wieder von β-Plagioklas und zuletzt von β-Orthoklas umhüllt; sämmtliche Hüllen sind parallel untereinander, jede Zone löscht aber nach verschiedenen Richtungen aus und in verschiedenen Theilen stehen die Zwillingsstreifungen aufeinander senkrecht (Taf. III, Fig. 11, 12).

V. Ein α-Plagioklasrest ist von einer β-Plagioklaszone umgeben; die Zwillingsstreifen setzen vom Kern in die Hülle unabgelenkt über, doch erscheinen in der Hülle diejenigen hemitropen Lamellen hell, die im Kern dunkel sind; die hellen Lamellen im Kern und in der Hülle löschen nach verschiedenen Seiten aus (Taf. III, Fig. 14).

Diese eigenthümlichen Erscheinungen lassen sich entweder durch Annahme mehrerer Feldspathglieder oder auch vielleicht sehr complicirter Zwillingsbildungen erklären.

Quarz; füllt ebenso wie β-Orthoklas Räume zwischen und in zerfressenen α-Feldspathen aus und corrodirt diese seinerseits. Die Quarzmasse polarisirt auf weite Strecken hin vollkommen einheitlich und gehört somit grossen Krystallindividuen an. Umschliesst zahlreiche leere Poren und Flüssigkeitseinschlüsse.

Biotit; sehr frische unregelmässige Partien; Pleochroismus nicht besonders intensiv:

𝔠 siennabraun,
𝔟 siennabraun,
𝔞 strohgelb.

Absorbtion deutlich: $\mathfrak{c} = \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$.

Apatit; kleine rundliche Körner.

Zirkon; ein undeutliches Kryställchen.

V. Typus. Dazu ist nur eine einzige Variole zu rechnen; der Kern besteht aus einem mittelfeinkörnigen Aggregat von weisslichem und gelblichem Feldspath, sehr wenig Quarz, dunklem Glimmer und hie und da Chlorit. In einer feinkörnigeren Grundmasse sind grössere Feldspathe eingesprengt; die Structur ist daher eine granitisch porphysische.

Mikroskopische Zusammensetzung.

- Primäre Gemengtheile. . .
  - Wesentliche . . { Plagioklas (t). Orthoklas (a_1).
  - Accessorische. . { Biotit (M). Apatit (F_5). Erz (F_1).
- Secundäre Gemengtheile . . . . { Chlorit. Epidot. Muskovit.

Die Paragenesis veranschaulicht folgende Tabelle:

	Primär:			Secundär:
Apatit	━			
Erz	━			
α-Feldspath. .	. α━━	━━	………	Muskovit, Kaolin.
Biotit.	. .	. .	——……	Chlorit, Epidot, Muskovit.
β-Feldspath . .	. .	. .	. β—	
Quarz.	. .	. .	. —	
			Aus dem Granitmagma.	

Dies mit Formeln:

$$\text{II}\alpha - \overline{[(F_{\dot{1}\cdot\dot{5}})}\,\underline{ta_1]} + (\dot{M} + t + a_1 + q).$$

Orthoklas; stark zersetzte und weniger auffallend, als in anderen Kernen, corrodirte, hypidiomorphe Individuen.

Plagioklas; zwar meist getrübt, doch lassen sich die Streifungen noch gut unterscheiden; symmetrische (zur Zwillingsnaht) Maximalauslöschung 15°. Die Corrosionsräume und Lücken werden zum Theil von wasserhellem Orthoklas, zum Theil von wasserhellem Plagioklas ausgefüllt; diese Feldspathfüllmasse gehört wie überall nur wenigen grossen Krystallen an.

Quarz; nur als Lückenausfüllung.

Biotit kommt ausschliesslich in den Räumen zwischen den α-Feldspathen vor, ist nie in diesen eingeschlossen, sondern im β-Feldspath und stammt offenbar aus dem Granitmagma.

Apatit; kleine rundliche Körner.

Erz; ziemlich reichlich; ein Theil desselben zeigt leistenförmige, in Säuren schwer lösliche Durchschnitte und gehört daher dem Bitanaren an.

Zersetzungsprodukte: Biotit ist fast gänzlich in einen pleochroitischen, schwach polarisirenden, oft sphärolitisch struirten Chlorit und Epidot umgewandelt. Der spärliche Muskovit scheint ebenfalls auf Kosten des Biotits entstanden zu sein. Die Trübungen im Feldspath lösen sich bei genügender Vergrösserung in Anhäufungen kaolinartiger Partikel und allerlei Poren auf.

Calotten.

Makroskopisch können stets 3 concentrische Calattencomplexe unterschieden werden, die auf die eben beschriebenen V Kerntypen folgen.

I. Die dem Kern zunächst liegende breiteste ($^3/_8$ des Ganzen), entweder anscheinend homogene oder deutlich radialstrahlig struirte Zone ist biotitfrei (Fig. VI u. VII).

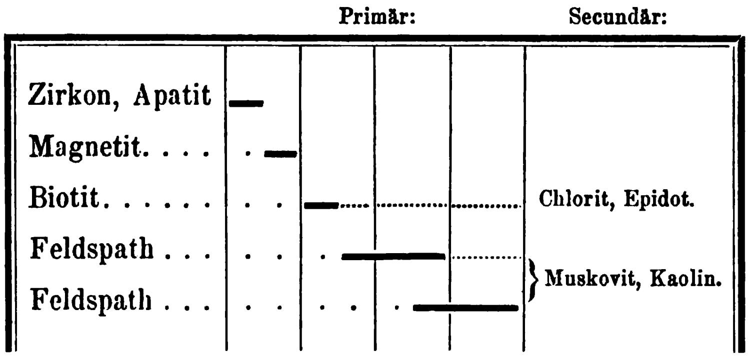
II. Nun folgt eine schmale radialfaserig struirte Zone; die Grenzen zwischen diesen beiden Zonen (nach aussen) sind durch Anhäufung von dunklem Glimmer markirt.

III. Die peripherische gewöhnlich ungleich (d. h. hier 3—6 mm., dort kaum 1 mm.) breite Zone ist stets radialfaserig struirt und es lassen sich darin noch 6—8 concentrische biotitreiche Streifen unterscheiden, so dass diese Calotte eigentlich aus ebenso vielen Schalen zu bestehen scheint. Die Glimmerschuppen bedecken die Oberflächen der Calotten und bewirken, dass man dieselben bei einiger Geschicklichkeit wie die Schalen einer Zwiebel glatt abspalten kann; die Längsaxen der länglichen Glimmerpartikel sind ebenfalls radial gestellt. Mikroskopisch lassen sich meist nur 2, seltener 3 Calotten auseinanderhalten.

Mikroskopische Zusammensetzung der Zonen.

Primäre Gemengtheile. . .	Wesentliche . .	Plagioklas (t). ∓ Orthoklas (a_1). Biotit (M).
	Accessorische .	Apatit (F_5). Magnetit (F_1). Zirkon (F_6).
Secundäre Gemengtheile.		Chlorit. Epidot. Muskovit. Kaolin.

Die reciproken Verhältnisse dieser Gemengtheile veranschaulicht folgende graphische Darstellung:



Dies ist durch folgende allgemeine Formel auszudrücken:

$$\Gamma\mathring{\rho} - \overline{(F_{\dot{1}\cdot\dot{5}\cdot\dot{6}})\, M\, \overset{\mathring{\rho}}{t}}\ \underline{\pm\, a_1}.$$

I-te Calotte; erster Fall. Breite, glimmerfreie, auf den Kern folgende Zone; dieselbe besteht entweder aus grossen nach bestimmten Orientirungen verlängerten Orthoklasen mit und ohne Orthoklascement oder in der Regel aus ebensolchen Plagioklasen mit und ohne Feldspathcement.

Orthoklas; grosse, compakte, gegenseitig hypidiomorphe, bald glasig frische, bald stark getrübte und sericitisirte Durchschnitte, deren geradlinige Begrenzungselemente auf P (001), M (010), t (110), l ($\bar{1}10$) gedeutet werden können; sie fussen auf der Oberfläche des Kernes und dringen in die Discontinuitäten desselben hinein. Die Spaltbarkeit nach P (001) ist sehr gut, diejenige nach M (010) sehr mangelhaft ausgebildet (Taf. III, Fig. 4, 5).

Die Streckungsaxen der keilförmig pyramidalen Individuen entsprechen beiläufig den Radien der Variolen; dieselben nehmen treppenförmig nach aussen zu, nach innen ab. Die Räume zwischen den Keilen sind von einer anders orientirten Feldspathmasse ausgefüllt, in welche scharf geradlinig begrenzte Keilparthien hineinragen.

Plagioklas; keilförmig pyramidale radial gestellte Durchschnitte, deren Spitzen in die Fugen der Kerne eindringen und deren breite nach aussen gekehrte Enden die Oberfläche der Variolen zusammensetzen. Zusammengenommen verhalten sie sich wie ein Krystall, der aus lauter auf dem virtuellen Centrum des Sphäroids radial stehenden polygonal-pyramidalen Subindividuen aufgebaut wird.

In Folge dessen lassen sich aus der Variole orientirte Platten herstellen:

Schnitt nach P (001) (Taf. III, Fig. 17). *An Stelle des bequemeren Verständnisses halber eingezeichneten Krystalldurchschnitts befindet sich der mehr oder weniger unregelmässig begrenzte Kern. Die Segmente sind fast gleich orientirt und werden aus bald nach dem Albitgesetze allein, bald nach diesem und dem Periklingesetze verzwillingten Lamellen zusammengesetzt; die Individuen verjüngen sich nach innen zu unregelmässig (sprungweise) treppenförmig; die dadurch hervorgebrachten ein- und ausspringenden Winkel sind von M (010) und (110) begrenzt. Die Zwillingsstreifung tritt übrigens meist höchst unregelmässig, fleckenweise auf und einzelne Segmente sind ganz homogen. Zwischen denselben steckt mitunter ein wenig fast ebenso orientirten Orthoklas- und Plagioklascementes.*

Schnitt nach M (010) (Taf. III, Fig. 18). *Polygonal-pyramidale Individuen fast gleich orientirt, so dass sie als Theile eines Krystalles gelten könnten; ihre Streckungsaxen entsprechen den Radien und den ihrer respectiven Stellung zum imaginären Krystall zukommenden Richtungen, benachbarte Segmente befinden sich oft in Zwillingsstellung nach dem Carlsbader Gesetze; in diesem Falle schneiden sich die nach dem Periklingesetze hemitropen Lamellen beider Segmente unter sehr stumpfen, wahrscheinlich den rhombischen Schnitten entsprechenden Winkeln. Die Tracen der Theilbarkeit nach P (001) machen miteinander Winkel, die dem geforderten Werthe von circa 137° sehr nahe kommen, und mit derjenigen nach den Hemiprismen (hier sehr deutlich ausgeprägt) einen solchen von 116°.*

Wenn hier von einer *fast* gleichen Orientirung der die Calotte zusammensetzenden polygonal-pyramidalen Elemente die Rede ist, so soll damit nur gesagt sein, dass sie sehr wenig, immerhin aber genug, um im polarisirten Lichte deutlich Unterschiede zu ergeben, vom Parallelismus abweichen. Ausserdem findet eine Nutation der Subindividuen um ihre Streckungsaxen statt, wodurch dieser Unterschied noch verstärkt wird. Diese Drehungen geben sich dadurch kund, dass die Zwillingsgrenzen hier ganz scharf und in dem daran grenzenden Segmente mehr wenig verwaschen sind. Die beiden Abbildungen illustriren das Gesagte nur schematisch und sollen nicht etwa als Portraits gelten.

In diesem interessanten Vorkommen haben wir also die vollkommensten Sphärokrystalle kennen gelernt.

II-te Calotte. Meistens fehlend und nur selten gut entwickelt; der biotitreiche Ring der I-ten Zone verbreitet sich in einer Variole bedeutend und besteht dann aus unregelmässig gestalteten, mit ihren Spaltrissen tangential zur Variole orientirten Biotitfetzen und einem zuckerkörnigem Aggregate von rundlichen Feldspath- und Quarzkörnern, die stellenweise in die Länge gezogen und radial angeordnet sind (Taf. III, Fig. 6).

III-te peripherische Calotte (Taf. III, Fig. 4, 5, 7—10). Wird im Allgemeinen aus viel feineren Elementen aufgebaut; die in die Länge gezogenen Plagioklaselemente sind radial angeordnet. Wir können hier folgende Structurmodificationen und Raumausfüllungsarten unterscheiden:

I. Büschel mannigfaltig mit ein- und ausspringenden Winkeln verzahnter strahliger Subindividuen bilden eine Art grober Pyramiden (Taf. III, Fig 4) oder Ringsegmente, deren Spitzen auf der Peripherie der I-ten oder II-ten Calotte stehen; innerhalb eines jeden oft tief in den darangrenzenden hineingreifenden Zwillingsstockes, folgen die hemitropen Lamellen dem Albitgesetze und sind natürlich streng parallel; die Lamellen des nächstliegenden Individiums schneiden diejenigen des ersteren unter mit der Entfernung davon zunehmenden Winkeln, so das schliesslich sämmtliche Lamellensysteme zusammen einen divergirenden sogar geschweiften Fächer darstellen. Diese Structur ist besonders schön und instructiv in den bereits von Rose[1]) erwähnten Albitsphärokrystallen von der Mursinka ausgebildet (Taf. III, Fig. 9, 10). Obgleich nun auch hier ziemlich oft solche regelmässig entwickelte Fächer vorkommen, so finden wir doch gewöhnlich eine viel complicirtere Structur, die oft so verworren sein kann, dass man die constituirenden Einzelelemente kaum auseinanderzuhalten vermag.

II. Die Pyramide oder das Ringsegment wird durch einen einzigen Zwillingsstock, dessen Lamellen durchweg parallel sind oder sich unter fast rechten Winkeln (Periklin) schneiden, gebildet. Die Höhenlinie allein entspricht dem Radius der Variole. Oft tritt die Zwillingsstreifung nur fleckenweise darin auf und die Hauptmasse löscht einheitlich aus. Die Verjüngung wird durch unregelmässig treppenartige Abnahme und durch Verminderung der Lamellenanzahl hervorgebracht. Zuweilen besteht das ganze Segment aus abwechselnd nach dem Albit- und dem Periklingesetze gestreiften Partien, wodurch dasselbe ein schachbrettartiges Ansehen gewinnt (Taf. III, Fig. 7).

III. Längliche, sich beiderseits zuspitzende, stets radial gestellte Individuen; die Zwillingsstreifung ist in denselben bald zur Längsaxe parallel bald unter verschiedenen Winkeln zu derselben geneigt; oder es stossen zwei Lamellensysteme in der Mitte des Durchschnitts bald in einer geraden bald gebrochenen Linie zusammen (Taf. III, Fig. 8).

IV. Die mehr oder weniger verlängerten, durchaus unregelmässig begrenzten Individuen sind im grossen Ganzen radial gestellt; hier finden alle bereits erwähnten Zwillingscombinationen statt (Taf. III, Fig. 5); zwischen die Feldspathelemente schieben sich mitunter, obschon selten, längliche Orthoklas-, Quarzpartien und Glimmerfetzen ein.

1) Cf. Rose, Reise nach dem Ural. I. Band, p. 447 und Glinka, Les albites des gisements russes, p. 88.

Die Auslöschungschiefe ist natürlich nur in Schliffen zu messen und meist klein; manchmal aber konnten auch Winkel von 20°—24° constatirt werden. Die neue höchst sinnreiche, von meinem lieben Freunde E. von Fedoroff ersonnene Methode zur Ermittelung der optischen Axenrichtungen in zwei hemitropen Lamellen irgend eines Feldspath's in gewöhnlichen Gesteinsdünnschliffen, (im parallel polarisirten Lichte) vermittelst seines Universaltischchens gestattete mir, in dem vorliegenden Plagioklase ein dem Albit nahes Glied zu erkennen.

Die Plagioklasmasse ist in der Regel auffallend frisch, bloss stellenweise getrübt und dann mit Muskovitfasern durchwachsen. Doppelbrechung für einen Plagioklas etwas gering: $\alpha - \gamma = 0.007$. *Interpositionen*: spärliche Apatitkörner, hie und da Zirkon und winzige leere und fluidare Polen.

Biotit; Die Glimmereinschlüsse häufen sich an der äusseren Peripherie einer jeden Calotte und überziehen deren Oberflächen gleichmässig; in der äussersten Calotte pflegen mehrere glimmerreiche und glimmerarme Zonen miteinander abzuwechseln. Die Biotitindividuen sind mit ihren Spaltungsrissen tangential angeordnet (Taf. III, Fig. 4) und manchmal in die Richtung der Radien gesteckt. Meistens unregelmässige Partien, seltener bis zu 2 Ctm. lange ganze oder offenbar zerbrochene, auseinandergezerrte Leisten. Pleochroismus nicht besonders intensiv:

$\mathfrak{c}$ sepiabraun
$\mathfrak{b}$ heller sepiabraun
$\mathfrak{a}$ strohgelb

Absorbtion deutlich $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$. Ebene der optischen Axen parallel zum Leitstahl, demnach normalsymmetrisch; Axenwinkel circa 16°; Dispersion $\rho < \upsilon$; Differenz $\alpha - \gamma = 0.038$.

Apatit; spärliche kleine abgerundete Säulchen.

Erz; ganz vereinzelte Körner.

Zirkon; Zirkon aus den Kernen zu isoliren ging nicht an, weil es unmöglich war, dieselben von den concentrischen Schaalen völlig zu befreien; aus den Calotten war dies hingegen sehr leicht. In Folge dessen wurden zuerst rein abgespaltete Callotten, dann eine Anzahl ganzer Sphäroide, und endlich das Gestein allein auf Zirkon verarbeitet. Auf diese Weise war es möglich zu erkennen, welcher Typus den Calotten, dem Gestein und höchstwahrscheinlich den Kernen angehöre.

Ganze Sphäroide: I. hellgelb ins röthliche; Krystalle nach (111) (100) (110), seltener (311); tafelig nach (100); (110) gewöhnlich sehr schmal; (311) manchmal vorhanden, jedoch stets wenig ausgebildet; die Ecken und Kanten scheinen ein wenig gerundet, doch durchaus nicht in dem Grade wie bei Gneisszirkonen. Zonar struirte Individuen selten; Zonenstreifen sehr dicht und an den Ecken ebenfalls ein wenig gerundet. *Interpositionen* spärlich: opake Partikel; Hohlräume und Poren, die ein oder mehrere Luftbläschen enthalten.

Dimensionen: Grösster Krystall: 0.20 mm. lang, 0.08 mm. breit, 0.06 mm. dick; durchschnittlich: 0.10 mm. lang, 0.06 mm. breit, 0.03 mm. dick.

Gedrungener granitischer Typus, der jedoch sehr selten vorkommt.

II. Hellgelbliche oft wie getrübt aussehende, mangelhaft ausgebildete Krystalle nach (111) (100) (110) (311); die Prismen (110) und (100) gewöhnlich kurz, (111) (311) vorherrschend und daher von pyramidalem Habitus, fast immer zonar struirt; Zonenstreifen sehr dicht und conform mit den gerundeten Ecken. *Interpositionen:* allerlei wurst-schlauch-wurmförmige grosse Hohlräume; Flüssigkeitseinschlüsse, deren Libellen bei 100° C noch nicht absorbirt werden; grosse runde, bräunliche bis opake, gewöhnlich im Centrum des Krystalls liegende Einschlüsse, die besonders charakteristisch für Gneisszirkone sind. *Dimensionen*: Grösster Krystall: 0.80 mm, lang, 0.08 mm. breit und dick; duschschnittlich: 0.35 mm. lang, 0.09 mm. breit und dick.

III. Der p. 104 aus dem Gestein beschriebene Zirkontypus.

Ausser dem Zirkon sind mit H Fl, H Cl, $H NO_3$, $H_2 SO_4$ und Kali behandelten Waschresiduum sind noch folgende Substanzen ungelöst geblieben:

Bräunlicher Anatas in kleinen Täfelchen (111) (100).

Farblose bis hellgelbliche, modellartig scharfe, regelmässige, oder nach einer Axe gestreckte Octaederchen; dieselben sind aber nicht isotrop, sondern polarisiren in weiss höherer Ordnung.

Bei Drehung des Präparates zwischen gekreuzten Nicols löschen sie viermal aus, die Auslöschungrichtungen fallen jedoch nur ausnahmsweise mit den octaedrischen Axen zusammen. Ihre Doppelbrechung ist sehr stark und mindestens ebenso stark wie diejenige des Zirkons, denn die Totalreflexion bringt in beiden Substanzen fast denselben Effect hervor.

Behandelt man das Waschresiduum während 24 Stunden mit H Fl und H Cl, so werden die octaedrischen Krystalle stark angegriffen. Nach zweitägiger gleicher Behandlung, findet man ausser dem Zirkon, der ebenfalls stark angegriffen (besonders die zum Gneisstypus gehörenden rissigen Krystalle) scheint, nur noch abgerundete Partikel. In der Lösung und im gelatinösen weisslichen Niederschlag konnten vermittelst des Spectroskopes[1]) folgende Elemente constatirt werden:

Al, Fe, Ca, Mg, Si, Ti, Nb (?), Yt, Th, Zr, Ce.

Calotten: in dem rein vom Kern und dem Gestein abgespalteten mittleren Calottencomplex wurden der echte (p. 104 beschriebene) Granitzirkon, derjenigen unter I (p. 122) beschriebene Zirkontypus nebst den octaedrischen Krystallen gefunden. Der dem Gneisstypus angehörende Zirkon stammt also höchst wahrscheinlich aus den Kernen.

Die chemische Untersuchung der glimmerarmen ersten Zone (eigentlicher Sphärokrystall) ergab folgende Zahlen:

---

1) Nach meiner Methode; cf. Bulletin Soc. fr. de Min. t. VII, 1884, p. 243.

Analyse XXIV (fast glimmerfreies Calottenmaterial).

Volum-Gewicht bei $14^1/_2{}^\circ$ C.: 2.643.

			Sauerstoff.		Elemente.			Quotienten.				
Kieselsäure	66.48	=	35.455	+	Si	31.025	=	1.1080				1.8761
Thonerde	19.89	=	9.270	+	Al	10.620	=	0.3862	0.3886		0.7681	
Eisenoxyd	0.19	=	0.057	+	$\overset{III}{Fe}$	0.133	=	0.0024				
Magnesia	0.21	=	0.084	+	Mg	0.126	=	0.0052	0.0175	0.3795		
Kalk	0.69	=	0.197	+	Ca	0.493	=	0.0123				
Kali	1.57	=	0.267	+	K	1.303	=	0.0360	0.3620			
Natron	10.10	=	2.610	+	Na	7.490	=	0.3260				
(H_2O) Glühverlust	0.43				O	47.940	=	2.9962				
Summa:	99.56											

Sauerstoffverhältniss: Sauerstoff der Monoxyde 3.158
» » Sesquioxyde 9.327
» » Kieselsäure 35.455.

$$= \frac{3.158 + 9.327}{35.455} = 0.349$$

$$\text{oder} = \frac{\text{Summe der Quotienten der Elemente } 1.8761}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoffs } 2.9962} = 0.622.$$

Berechnung der Analyse XXIV [1]).

Gemengtheile:	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	H_2O	Summa.
Biotit. . . .	0.38	0.16	0.06	0.21	—	0.09	—	—	0.90
Orthoklas .	5.07	1.61	—	—	—	1.48	—	—	8.16
Albit	58.63	17.74	—	—	—	—	10.10	—	86.47
Anorthit. .	1.47	1.26	—	—	0.69	—	—	—	3.42
Quarz. . . .	0.93	—	—	—	—	—	—	—	0.93
Rest.	—	−0.88	0.13	—	—	—	—	0.43	−0.32
Summa . . .	66.48	19.89	0.19	0.21	0.69	1.57	10.10	0.43	99.56

Daraus folgt:

XXIV.

Biotit. . . .	0.95
Orthoklas .	7.95
Albit	86.69
Anorthit. .	3.46
Quarz . . .	0.95
Summa. . .	100.00

---

1) Um aus der Analyse eines Feldspathgemenges das molekulare Verhältniss Or:Ab:An zu berechnen, könnte man auch folgendermaassen verfahren: gegeben sind die theoretischen Bestandtheile der drei Feldspathe, sowie die Analysenresultate:

Analyse.		Orthoklas = x.	Albit = y.	Anorthit = z.
SiO_2	= S	S_0	S_a	S_k
Al_2O_3	= A	A_0	A_a	A_k
CaO	= C	$C_0 = 0$	$C_a = 0$	C_k
Na_2O	= N	$N_0 = 0$	N_a	$N_k = 0$
K_2O	= K	K_0	$K_a = 0$	$K_k = 0$

Die drei Unbekannten x, y, z können aus folgenden drei Gleichungen ermittelt werden:

$$\begin{aligned} xS_0 + yS_a + zS_k &= S \\ xA_0 + yA_a + zA_k &= A \\ zC_k &= C \end{aligned}$$

somit haben wir die Determinanten:

$$y : x : z = \begin{vmatrix} S & S_a & S_k \\ A & A_a & A_k \\ C & O & C_k \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} S_0 & S & S_k \\ A_0 & A & A_k \\ O & C & C_k \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} S_0 & S_a \\ A_k & A_a \end{vmatrix} = Or:Ab:An$$

Will man dies Verhältniss aus den gefundenen Gewichtsprocenten des Na_2O, K_2O und CaO berechnen, vereinfachen sich die Gleichungen in:

$$xK_0 = K, x = \frac{K}{K_0} = Or$$

$$yN_a = N, y = \frac{N}{N_a} = Ab$$

$$zC_k = C, z = \frac{C}{C_k} = An.$$

Zusammenstellung des mikroskopischen Bestandes aller Theile des Gesteins.

		Gestein.	d. Einschlüsse.	Kerne.						Calotten.
		$\Gamma\alpha$. γ	$\Sigma\alpha\beta$.	I-ter Typus $\Sigma\alpha\beta$.	I-ter Typus $\Sigma\alpha\beta$.	II-ter Typus; Krystall.	III-ter Typus $\Gamma\alpha$.	IV-ter Typus $\Gamma\alpha$.	V-ter Typus $\Pi\alpha$.	$\Gamma\rho$.
Primäre Gemengtheile.	Wesentliche.	—	—	Orthoklas	Orthoklas	—	—	—	—	—
		Orthoklas	Orthoklas	Plagioklas	Plagioklas	Plagioklas	Plagioklas	Plagioklas	Plagioklas	Plagioklas
		Quarz	Plagioklas	Biotit	Quarz	Orthoklas	Orthoklas	Orthoklas	Orthoklas	± Orthoklas
		Biotit	Biotit	Nephelin	Biotit	Quarz	—	Quarz	—	± Biotit
		—	—	Quarz	—	—	—	—	—	—
	Accessorische	Plagioklas	Quarz	Apatit	Apatit	—	—	—	—	—
		Mikropegmatit	Titanit	Titanit	Titanit	Biotit	Biotit	Biotit	Biotit	Apatit
		Apatit	Apatit	Magnetit	Magnetit	Apatit	Muskovit (?)	Apatit	Apatit	Magnetit
		Zirkon	Magnetit	Zirkon	Zirkon	—	—	Zirkon	Magnetit	Zirkon
		—	Zirkon	—	—	—	—	—	—	—
Secundäre Gemengtheile . .		Chlorit	Chlorit	Chlorit	Chlorit	Chlorit	Chlorit	Chlorit	Chlorit	Chlorit
		Epidot	Epidot	Epidot	Epidot	Muskovit	Muskovit	Muskovit	Epidot	Epidot
		Muskovit	Muskovit	Muskovit	Muskovit	Kaolin	Kaolin	Kaolin	Muskovit	Muskovit
		Kaolin	Quarz	Kaolin	Kaolin	—	—	—	Kaolin	—

Uebersichtstabelle der Analysen:

Analysen:	XVII. Bauschanalyse eines dunklen Biotit-reichen Einschlusses; II-ter Typus.	XVIII. Biotit aus demselben Einschluss.	XIX. Bauschanalyse eines dunklen Biotit-ärmeren Einschlusses; I-ter Typus.	XX. Bauschanalyse des an diesen dunklen Einschlüssen haftenden Granits.	XXI. Nephelin-Quarz-Biotit-Gestein; Kern.	XXII. Biotit aus ganzen Sphäroiden.	XXIII. Kernmaterial des II-ten Typus.	XXIV. Fast glimmerfreies Calottenmaterial.
Kieselsäure	61.10	41.17	68.02	71.71	61.52	38.97	72.62	66.48
Titansäure	0.51	—	—	—	—	Spur	—	—
Thonerde	15.55	18.24	15.31	15.05	17.48	16.15	15.62	19.89
Eisenoxyd	2.10	2.77	0.59	1.11	2.97	3.76	0.18	0.19
Eisenoxydul. . . .	2.21	7.06	2.14	0.29	2.27	8.11	—	—
Magnesia	6 30	20.33	3.41	0.56	2.73	23.01	0.16	0.21
Kalk	1.12	Spur	1.53	1.42	0.56	Spur	0.44	0.69
Kali	9.38	8.73	5.67	5.43	7.05	9.31	4.25	1.57
Natron	1.23	0.15	2.85	3.59	4.12	Spur	5.35	10.10
(H_2O) Glühverlust.	1.80	0.83	0.46	0.61	2.23	1.23	0.96	0.43
Summa	100.58	99.28	99.98	99.77	100.93	100.54	99.58	99.56
Volum-Gewicht . .	2.838	3.125	2.767	2.588	2.760	3.131	2.635	2.643
Sauerstoffquotient.	0.400	0 936	0.311	0.258	0.397	1.021	0.248	0.349
O-Atomquotient. .	0.628	0.705	0.604	0 590	0.626	0.720	0.592	0.622
Analysator:	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor

Uebersichtstabelle der aus den Analysen berechneten Gemengtheile.

Analysen:	XVII. Dunkler Einschluss II.	XIX. Dunkler Einschluss I.	XX. Granit in der Nähe des Einschlusses.	XXI. Nephelin-Quarz-Biotit-G.	XXIII. Kernmaterial II-ter Typus.	XXIV. Calottenmaterial biotitfrei.
Nephelin. . .	—	—	—	18.52	—	—
Biotit	28.43	15.52	2 68	12.70	0.74	0.95
Orthoklas . .	39.97	25.27	31.12	27.80	25.48	7.96
Albit	10.31	24.15	30.93	12.81	46.56	86.69
Anorthit. . .	5.60	7.60	7.20	2.83	2.17	3 46
Kaolin. . . .	—	1.20	1.14	1.02	—	—
Magnetit. . .	1.86	1.14	—	3.80	—	—
Quarz	13.93	25.12	27.03	20.52	25.05	0.95
Summa . . .	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Für die genetische Deutung der makroholokrystallinen Kugelgesteine ist das sardinische Vorkommen besonders wichtig, denn es bietet uns die Möglichkeit, einige schwierige Fragen mit genügender Wahrscheinlichkeit zu beantworten. Die Entwickelungsgeschichte der Sphäroide von Fonni bei Ghistorrai stimmt im Wesentlichen mit derjenigen der bereits beschriebenen Vorkommen überein.

Fragmente verschiedener fremder Gesteine (cf. Kerne) wurden vom Granitmagma umhüllt und durchdrungen, die Gemengtheile dissociirt und theilweise resorbirt; die porphyrischen Feldspatheinsprenglinge (des Einschlussgesteins) wurden corrodirt, zerdrückt, d. h. es fanden in denselben Schiebung und Auflockerung von Complexen parallel den Richtungen der Cohäsionsminima P (001), M (010) statt und in die entstehenden Discontinuitäten wurde das Granitmagma injicirt. Sobald wieder Krystallisation eintrat, wurden die corrodirten Krystalltheile ergänzt, d. h. es lagerte sich an dieselben frische, aber chemisch etwas verschiedene Feldspathsubstanz ab. Nun bilden sich um den Einschlussrest mehrere concentrische Glimmerringe, worin die Biotitindividuen mit ihren Spaltrissen tangential angeordnet sind. Gleich darauf erstarrt, wahrscheinlich rascher als der Granit, der Feldspath in radialstrahligen Aggregaten, wobei die Glimmerringe, ohne dass ihre Fragmente in radialer Richtung verschoben erscheinen, zerbrochen und auseinandergezerrt wurden.

Warum sind die vereinzelt im Granit zerstreuten dunklen Einschlüsse von keinerlei Zonenbildung umgeben?

Weil das Granitmagma um dieselben herum frei circuliren und die aus dem mit dem Einschlussmaterial gesättigten Granitmagma bestehenden Mischzonen sehr rasch in dasselbe diffundiren konnten; dass eine solche immerhin aber eine gewisse Zeit lang vorhanden gewesen, beweisen die zonar struirten Feldspäthe, die aller Orten in der Nähe von Einschlüssen constatirt worden sind.

Warum sind die makroholokrystallinen Kugelgesteine verhältnissmässig so selten?

Wir wissen, dass sowohl in Fonni bei Ghistorrai als auch fast in allen bisher bekannten Sphäroidvorkommnissen die Kugeln im Muttergesteine nicht verzeinzelt, sondern haufenweise zu Hunderten zusammengepackt liegen (Kunnersdorf, Altai, Vassastaden, Mullaghderg, Rattlesnake Bar etc.); überall sind die Sphäroide durch Gebirgsdruck mehr oder weniger defomirt und ineinandergepresst worden. Die zur Kugelbildung günstigen d. h. erforderlichen Bedingungen, scheinen im Wesentlichen folgender Art zu sein:

Die Einschlüsse müssen innerhalb des überwiegenden Gesteinsmagmas auf einen möglichst engen Raum zusammengedrängt worden sein, so dass zwischen ihnen verhältnissmässig wenig Magma eingeschlossen blieb. Die abgeschlossenen Magmatheile treten sodann mit den Einschlüssen in Wechselwirkung, es findet Corrosion, Resorbtion, Wiederausscheidung etc. statt, doch es vermag das Magma zwischen denselben viel schwieriger zu circuliren, d. h. von aussen nachzudringen und nach aussen zu diffundiren; in Folge dessen können die mit dem Einschlussmaterial übersättigten Mischzonen viel länger stationär bleiben. Unter solchen Umständen wird eine rasche zu radialstrahliger Structur führende Krystallisalion viel eher eintreten können, als im homogenen Granit, wo die Krystallisationsbedingungen naturgemäss gleichmässiger vertheil sein müssen.

Es ist ferner zu bemerken, dass die concentrischen Zonen bei heterogenen Einschlüssen (Kernen) in Bezug auf Anzahl und Breite sehr verschieden zu sein pflegen; bedenken wir nun, dass der chemische Charakter und somit die Ausscheidungsbedingungen in der Mischzone direkt von der Beschaffenheit des Einschlusses abhängen, so mussten derartige Verschiedenheiten auftreten.

Variolithisch gemustertes Gestein vom Amtensee, Grythyttan, Örebrö, Schweden.

Das kleine Stückchen, welches ich der Güte des Herrn Professor Dr. A. E. Törnebohm verdanke, stellt sich als ein feinkörniges, compactes Gestein dar, von dessen graugrünlicher Grundmasse sich ziemlich deutlich zwei hellere ovale ringförmige Bildungen abheben. Die Elemente der Grundmasse können makroskopisch nicht recht identificirt werden. Die Variolen bestehen aus einem $^2/_3$ des Ganzen ausmachenden, ebenso wie die Grundmasse aussehenden Kern und einer weisslichen dichten, doch erkennbar körnigen Zone. In dem 4 × 2 Ctm. messenden Stückchen sind 2 solcher Bildungen vorhanden; ihre Durchmesser betragen 7.8mm. resp. 7.5 mm. Im Allgemeinen sind Variolen und Matrix nicht besonders scharf differenzirt; in einem Falle nur erscheint die Grundmasse in unmittelbarer Nähe des hellen Ringes etwas dunkler als sonst. Beim Zerschlagen des Stückchens resultirte eine Bruchfläche, woran ich keinerlei Cohäsionsdifferenzen zwischen Variolen und der Matrix zu bemerken im Stande war. (Taf. III. Fig. 19).

Mikroskopische Zusammensetzung:

Primäre Gemengtheile . .	Wesentliche . .	Orthoklas (a_1).
		Plagioklas (t).
		Quarz (q).
	Accessorische. .	Biotit (M).
		Titanit (F_7).
		Magnetit (F_1).
Secundäre Gemengtheile.		Chlorit.

Die paragenetischen Verhältnisse gestalten sich einfach genug: in einer feinkörnigen, aus kleinen unregelmässig-eckigen Quarz-Feldspathfragmenten, Chlorit und wenig unverändertem Biotit bestehenden Matrix liegen eckige, grosse Quarz- und Feldspathbruchstücke. Es ist dies ein echt dynamometamorphes Produkt von granulitischem Habitus.

Unter dem Mikroskop stellt sich zwischen Variolen und der Gesteinsmasse keinerlei wesentlicher Unterschied heraus; die Variolen kommen einzig und allein durch die relative Vertheilung eines Gemengtheil's, des Chlorits, der ausschliesslich dem feinkörnigen Quarz-Feldspath-Aggregat angehört, zu Stande. Man denke sich einfach in einer chloritreicheren Grundmasse chloritärmere oder freie Ringe und die ganze Bildung ist zur Genüge charakte-

risirt; daher wollen wir nun zur detaillirten Beschreibung derjenigen Gemengtheile, die einiges Interessante bieten, übergehen.

Mit Formeln könnte man das Gestein ausdrücken:

$$\Gamma\varphi - \overline{(F_{1\cdot\dot{\dot{7}}} + a_1 + t + q)} + \underline{(\widetilde{M} + a_1 + t + q)}.$$

Plagioklas; frische, ganz unregelmässig scharfeckige und splitterartige Bruchstücke, deren Ränder deutliche Spuren einer Zertrümmerung erkennen lassen. Zwillingsaufbau nach beiden Gesetzen; die hemitropen Lamellen oft gebogen und geknickt; zuweilen sind Theile desselben Individuums in mannigfacher Weise gegen und in einander verschoben; in nicht gestreiften Schnitten nach M (010) (vom Orthoklas durch ihre viel stärkere Doppelbrechung leicht unterscheidbar) nimmt man häufig eine eigenartig gefleckte, undulöse Auslöschung wahr. Mehrmals habe ich ferner folgendes Verhalten constatirt: in einem ungestreiften mit Spaltrissen nach P (001) und t (110) versehenen Schnitt sind mehrere von den Spaltrissen begrenzte rhombische Partien (nicht schmal, wie hier gewöhnlich die Zwillingslamellen nach dem Periklingesetze zu sein pflegen, sondern ebenso breit als lang) ein wenig aus ihrer Lage verschoben, so dass sie um eine geringe Phase nach der Hauptmasse auslöschen. Symmetrische (zur Zwillingnaht) Maximalauslöschungsschiefe: 12°. Maximaldifferenz $\alpha - \gamma = 0.009$. Nach der Fedoroff'schen Methode untersucht erwies sich dieser Feldspath als ein Glied der Albitreihe. *Interpositionen:* Reihen parallel den Spaltrissen angeordneter leerer und fluidaler Poren; spärliche Magnetitkörner.

Orthoklas; Ganz frische, gleichfalls durchaus fragmentäre Individuen; Doppelbrechung viel geringer als beim Plagioklas: maximum $\alpha - \gamma = 0.0065$. Auslöschung oft ausgezeichnet undulös, indem sie bald in der Weise stattfindet, dass ein paralleler Streifen nach dem andern, bald so, dass fächerartig von einem Punkte divergirende Segmente hintereinander dunkel werden. Umschliesst winzige Poren sowie hie und da Chloritschuppen.

Quarz; Grosse scharfeckige randlich zertrümmerte Bruchstücke, an welchen folgende mechanische Effecte beobachtet wurden:

1. parallel undulöse Auslöschung.
2. Zerfallen des Durchnitts in Keile und stengelige, subparallele Theile, deren jeder um einige geringe Phasendifferenz früher oder später als die übrigen auslöcht.
3. Die stengeligen Subindividuen werden immer schlanker, bis endlich eine pertitähnliche faserige Structur zu Stande kommt.
4. Stengelig und faserig struirte Partien können oft in demselben Durchschnitte beisammen wahrgenommen werden; dann ist die Faserungsaxe unter verschiedenen Winkeln zu der Längsrichtung der stengeligen Subindividuen geneigt (50°— 109°).
5. Der Durchschnitt besteht aus fächerartig von einem Punkte divergirenden Keilen; hier findet die Auslöschung fegend um den Divergerzpunkt statt.

Chlorit; wahrscheinlich aus Biotit entstandene, blassgrünliche Schuppen, Leistchen sowie verworren faserige Partien; schwach pleochroitisch: gelblich- und bläulichgrün. Steckt hauptsächlich in der Zwischenmasse und häuft sich besonders an den Rändern der grösseren Quarz-Feldspathfragmente an. Dadurch dass ringförmige Räume chloritärmer sind, kommt das variolithische Aussehen des Gesteins zu Stande.

Grundmasse: ein feinkörniges, von Chlorit durchwachsenes Quarz-Feldspath-Mosaik.

Biotit; spärliche meist in chloritischer Umwandlung begriffene Schuppen und Blätter.

Erz und Titanit: vereinzelte Körnchen.

Das vorliegende Gestein scheint also eine dynamometamorphische Bildung zu sein; in gewisser Beziehung erinnert dasselbe an das weiter unten beschriebene Vorkommen von Craftsbury, Vermont. Speculationen über die Genesis desselben lassen sich aber wol kaum anstellen.

Variolitischer Granit von Craftsbury, Vermont, Nord-Amerika.

Litteratur:

I. E. Hitchkock, E. Hitchkock jun., C. H. Hitchkock und A. Hager; Report on the Geology of Vermont vol. II. 1861, p. 564, 721 (Pudding granite). 1861.

II. Hawes, Mineralogy and Lithology of New-Hampshire (Geology of New Hampshire by N. H. Hitchkock) vol. II, part IV, p. 203 (Pudding granite), Plate XI, 4, 1878.

III. von Chrustschoff, sur le granit variolithique de Craftsbury; Bull. de la Soc. Min. de France, t. VIII. p. 132. 1885.

IV. Lovisato, sopra gli sferoidi di Ghistorrai presso Fonni; Rend. della R. Acad. dei Lincei. vol. III, p. 507 und vol. IV, p. 57. 1887.

Die erste Notiz über dieses interessante Vorkommen finden wir in Hitchkock's Report on the Geology of Vermont, wo es folgendermaassen beschrieben wird:

«The basis of this remarkable variety of granite is rather fine-grained, white and highly feldspathic. The mica however, is usually dark, and where it exists in large quantities, it gives the rock the aspect of syenite. But there is no hornblende present. Scattered

through this base, occur numerous spheroidal or elongated and somewhat flattened nodules of black mica, from half an inch to two inches in diameter, and when elongated, the longer axis is sometimes seen as much as four or five inches long. They are usually more or less flattened aud have a shrivelled appearance like dried fruit. They sometimes become so thin as to consist only of a few plates...... When the nodule is elongated, and the wrinkles correspond, as they always do, to the longer axis, the ressemblance is very striking to a dried butternut, more especially when stripped of its epicarp. No wonder they should be called *petrified butternutts*...... If a specimen, somewhat flattened, be placed on its edge, and a moderately sharp blow be given to it with a hammer, concavo-convex scales will be chipped off even to the centre. They are composed of layers of mica with granular quartz, and probably some feldspath interposed. The structure is evidently *concretionary;* yet, as already intimated, one can hardly avoid the suspicion that something has been abstracted from some of them, causing a shrinkage».

p. 721 bemerkt ferner Rev. S. Hall:

«These singular nodules seem to be imbedded in the granite mass *like plums in a pudding.* They extend only a short distance from the place where first found in Stanstead; from that place to Craftsbury, the granite exhibits no unusual appearance. At the south village, in the latter town, is an *immense bed* of *nodular granite,* some of which seems to be composed almost entirely of nodules, slightly cemented by grains of mica and quartz. Other parts of the rock are very solid, and not inclined to decomposition more than other granite».

Hawes (Mineralogy and Lithology of New Hampshire p. 203) sagt darüber Folgendes:

«*Pudding Granite.* A most peculiar granite from Craftsbury, Vermont, is included in the collections of the survey, and has been examined. This is a biotite muscovite granite, which contains concretions of biotite that are quite uniform in size, and usually about an inch and a half in diameter. They are spherical or spheroidal in form, and corrugated on the surface; aud these black shining balls, scattered through the massive and light-colored rock, impart to it a most striking appearance. This granite is well known and widely celebrated as the *pudding granite,* a name indeed very appropriately suggestive. Desiring to know what could form the nucleus of these spheres, I sliced one of them through the middle, and of one half made a thin section which contained the centre. The interior of this concretion, as a thin section of it appears when slightly magnified, is represented in Fig. 4 on Pl. XI. The whole mass of the concretion is composed of strongly dichroitic biotite, a little muskovite and quartz. The section shows that it has nothing that can be called a nucleus, but is only a concretion of mica scales which began to be laid concentrically as soon as the first irregular beginning had grown sufficiently to form a basis». —

Obgleich ich die vorliegenden Handstücke seinerzeit persönlich in Craftsbury geschlagen habe, so war es mir in Folge des nur sehr kurzen Aufenthalts daselbst nicht möglich, die Lagerungsverhältnisse sowie die Vertheilung dieses variolithischen Granits genauer zu studiren. Indessen schien mir das sphäroidführende Gestein im gewöhnlichen localen Granit eine stock- oder linsenförmige Einlagerung zu bilden.

Der hellgraue auffallend frische, mittelkörnige Granit besteht makroskopisch aus ungestreiftem milchweissem und feingerieftem weisslich-pellucidem Feldspath, glasigem grauem Quarz, perlmutterglänzenden Muskovitschuppen und reichlichem dunkelbraunem bis schwarzem. Biotit. Schon bei flüchtiger Betrachtung fällt die eigenartige Vertheilung des Magnesiaglimmers ins Auge: einzelne Quarz- und Feldspathindividuen oder auch öfters Gruppen solcher sind von Biotit umgeben; im Allgemeinen macht es den Eindruck, als ob sich die lamellaren Biotitzüge zwischen den Quarz- und Feldspathkörnern hindurchwinden oder Quarz-Feldspathkörner und Gruppen von bald geschlossen bald offenen Biotitguirlanden umgeben sind.

In meinen Handstücken liegen die genau wie Backpflaumen aussehenden Sphäroide in einer Entfernung von 2—3 Ctm. Uebrigens sind dies durchaus keine eigentlichen Sphäroide, sondern vielmehr unregelmässige mit Höckern und Vertiefungen versehene Polyeder mit verrundeten Ecken und Kanten. Ihr Anblick erinnert an Gerölle und besonders an eingeschrumpfte Backpflaumen. Zerschneidet man eine derselben, so resultirt folgendes Bild[1]): um einen centralen gerundeteckigen glimmerärmeren bis freien Kern von ähnlicher Beschaffenheit wie der Granitteig, legen sich eine grosse Anzahl concentrischer Glimmerschaalen; diese zwiebelschaalige Glimmercalotte erreicht eine Dicke von 1—2 Ctm. Die Unebenheiten auf der Oberfläche der Variole scheinen den Unebenheiten des Kernes zu entsprechen. Gewöhnlich sind die Variolen in den Granitteig hineingepresst worden; dabei sieht man wie die Quarz-Feldspathkörner des Granitteigs in die peripherischen Glimmerzonen hineingetrieben worden, während die Glimmerblätter von beiden Seiten des Kornes ausgewichen und zwischen dieselben eingedrungen sind.

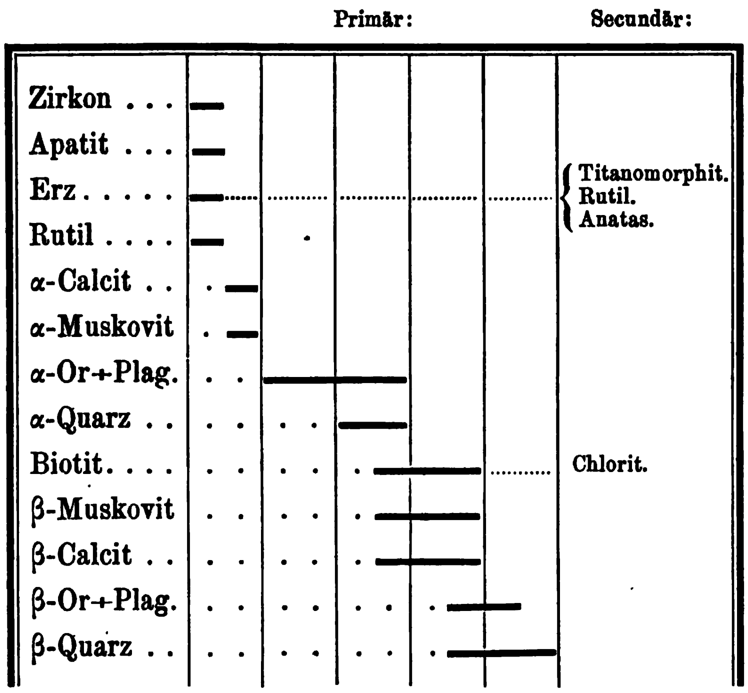
Behandelt man die angeschliffene Fläche eines Handstückes mit Säure, so tritt an vielen Stellen eine deutlich erkennbare stürmische Gasentwickelung ein, ein Umstand der auf die Anwesenheit von Carbonaten schliessen lässt.

1) Siehe Taf. II, Fig. 9.

Mikroskopische Zusammensetzung des Granitteiges:

Primäre Gemengtheile. . .	Wesentliche . .	Orthoklas (a_1). Plagioklas (t). Quarz (q). Biotit (M). Muskovit (M).
	Accessorische .	Calcit (C). Apatit (F_5). Magnetit (F_1). Titaneisen (F_2). Titanit (F_7). Zirkon (F_6). Rutil (R).
Secundäre Gemengtheile		Chlorit. Titanomorphit. Rutil, Anatas.

Die reciproken Beziehungen dieser Gemengtheile sind bemerkenswerth: zuerst gelangen, wie immer, die mikrolithischen Elemente, Zirkon, Apatit, Erz und Rutil (z. Theil unzweifelhaft primär in absolut frischem Biotit und Feldspath eingewachsen) zur Ausscheidung; dann folgen die im Feldspath schwimmenden Calcitkörner sowie Muskovitlamellen erster Generation; jetzt tritt die Individualisation des α-Feldspath, gegen Ende dieser diejenige des α-Quarzes und zuletzt die Bildung des Biotits, β-Muskovits, β-Calcits ein; vor dem Abschluss dieser letzteren Bildungsperiode beginnt der β-Feldspath und β-Quarz zu erstarren und umhüllt daher hie und da noch Glimmer und Calcit. Die Structur ist eine rein granitische, während die Paragenesis einen gneissartigen Habitus an sich trägt; die Ausscheidungsfolge wird durch die beigegebene graphische Tabelle viel anschaulicher illustrirt:



Mit Formeln würden wir dies ausdrücken:

$$\Gamma\alpha > \Gamma r - \overline{\{(F_{1\cdot 2\cdot 5\cdot 6}\dot{R}) + (\dot{C} + m)\} + \{(t + a_1)}\,\underline{q(M + m + \dot{C})\}\, a_1\, t\, q}.$$

α-Orthoklas; idiomorphe von meist nach M (010) tafeligen Individuen herrührende Durchschnitte; Carlsbader Zwillinge verbreitet; recht häufig von dünnen unter 3°— 6° auslöschenden Lamellen, eines triklinen Feldspathes, die aber gewöhnlich nicht durch die ganze Masse des Wirthes hindurchgehen, sondern darin schweben oder nur vom Rande aus auf eine gewisse Strecke eindringen, durchwachsen[1]. (Taf. III, Fig. 20). In der durchaus frischen, wasserhellen Orthoklasmasse sind eine grosse Menge Muskovitlamellen sowie Fasern eingeschlossen; dieselben pflegen regelmässig nach zwei oder drei sich unter einem Winkel von circa 120° respective 60° schneidenden Richtungen angeordnet zu sein; mitunter häufen sich diese Einschlüsse derart an, dass nur wenig von der klaren Orthoklassubstanz dazwischen übrig bleibt. Das Verhältniss von Muskovit und Orthoklas ist in gegebenem Falle ein solches, dass man an der primären Natur des Glimmers kaum zu zweifeln vermag. Seltener sind die Muskoviteinschlüsse ganz unregelmässig oder nach Richtungen, die sich unter sehr verschiedenen Winkeln kreuzen, interponirt. Umschliesst ferner spärliche zierliche Calcitrhomboeder und Körner, winzige leere Poren sowie hie und da Flüssigkeiteinschlüsse

1) Cf. Hawes, Mineralogy and Lithology of New Hampshire, Taf. V, Fig. 6.

mit lebhaft wirbelnden Libellen. Spaltbarkeiten sehr undeutlich; Auslöschungsschiefe gegen die Zwillingsnaht in Carlsbader Zwillingen bis 25°. Maximaldifferenz α-γ = 0.0078.

β-*Orthoklas* ist wasserhell, einschlussfrei und füllt Lücken zwischen β-Glimmer, β-Calcit und α-Feldspath aus.

α-*Plagioklas;* idiomorphe, gedrungen leistenförmige Durchschnitte; wasserhell und durchaus frisch; Spaltbarkeiten sehr versteckt und nur hie und da durch staubige Partikel angedeutet. Zwillingsbau nach den Albit-, Periklin- und Carlsbader Gesetzen, oft recht complicirt, sogar verworren. Zeigt intensive mechanische Veränderungen: der Durchschnitt zerfällt in mehrere mit geringem Phasenunterschied auslöschende Theile, deren jeder eine eigene sehr complicirte Lamellirung zeigt oder es sind darin die Lamellen etwas verschoben, dislocirt; an Stellen wo Quarz-Feldspathkörner, Glimmerpartien hineingepresst worden sind, erscheint eine offenbar durch Druck und Schiebung hervorgebrachte Zwillingsstreifung. Ein eigenthümliches Bild gewähren Durchschnitte, die an mehreren Punkten einem Druck ausgesetzt waren: an allen solchen Stellen nehmen wir in der homogenen Plagioklassubstanz eine ausserordentlich feine, in kurzer Entfernung vom Rande plötzlich aufhörende Streifung wahr. Endlich giebt es auch Durchschnitte mit einer ganz unentwirrbaren Zwillingslamellirung. Symmetrische (zur Zwillingsgrenze) Maximalauslöschungschiefe zweier hemitropen Lamellen: 13°, daneben wiederholen sich besonders häufig Winkelwerthe von 9°. Mit grossem Vortheil habe ich mich auch in diesem Falle der Methode meines Freundes E. S. Fedoroff bedient und feststellen können, dass eine dem Albit nahe Feldspathmischung vorliege[1]). Von einer chemischen Analyse musste leider abgesehen werden, da die massenhaft interponirten Muskovitlamellen kaum hätten entfernt werden können. Maximaldifferenz $\alpha - \gamma = 0.0087$. *Interpositionen;* die Muskovitlamellen sind ebenfalls hier als eine primäre Einlagerung anzusehen; ihre Anordnung ist dieselbe wie im Orthoklas; von der Zwillingslamellirung werden sie in keiner Weise beeinflusst; winzige leere und fluidale Poren; spärliche Magnetitkörner; Zirkon; Rutilnädelchen.

β-Plagioklas unterscheidet sich von α-Plagioklas durch absolutes Fehlen der Muskoviteinlagerungen; bildet kleinere allotriomorphe Körner zwischen den älteren Feldspathen und Biotit und zeigt einen gitterartigen Zwillingsaufbau nach dem Albit- und Periklingesetze. Doppelbrechung schwächer als in α-Plagioklas: maximum $\alpha - \gamma = 0.0080$.

β-Quarz; kleine unregelmässige, ovoidale, mitunter verrundet dihexaedrische Körner, die zwischen Biotit eingeklemmt sind.

α-Quarz; grosse meist allotriomorphe, seltener gegenseitig und zum β-Feldspath hypidiomorphe Partien. Zeigt intensive dynamische Veränderungen: 1) zerfallen in viele wenig verschieden orientirte Partien, in stengelige Segmente; 2) die stengeligen Subindividuen werden immer dünner, bis schliesslich der Durchschnitt ganz feinfaserig aussieht und an Mikroperthit erinnert; häufig ist neben der stengeligen eine faserige Structur vorhanden;

1) $A'_2 \wedge A_1 = 17°$.

dann schliesst die Faserungsaxe mit den Stengeln Winkel von 40°—60°, und mit der Auslöschungsrichtung solche von 15°—35° ein. In den an derart struirte Quarze anliegenden Feldspäthen sind die Muskovitlamellen oft parallel der Faserung und Zersprengungsrichtung des Quarzes (Taf. III, Fig. 21) angeordnet, so dass es mir häufig vorkam, dass beide Erscheinungen von einander und von einer gemeinschaftlichen Ursache abhängen. *Interpositionen*: zahlreiche, meist sehr kleine Gas-Poren und Flüssigkeitseinschlüsse, deren Libellen nur selten eine tänzelnde Bewegung besitzen; zweimal wurden Poren mit zwei unmischbaren Flüssigkeiten beobachtet; winzige sehr zierliche Calcitrhomboederchen; feine Apatitnadeln; sehr seltene rauten-, kurzsäulen-, linsenförmige Mikrolithe einer blassgrünlichen Substanz, die oft mit fluidalen Poren in Verbindung stehen; der Flüssigkeitseinschluss befindet sich entweder innerhalb des Mikrolithes oder umspült diesen theilweise. Etwas Aehnliches wurde von Vogelsang[1]) im farbenschillernden Labradorit von Labrador und später von mir[2]) im Dichroit von Bodenmais und im Labradorit der volhynischen Perthitophyre beschrieben Einmal beobachtet: ein langprismatischer beiderseits pyramidal zugespitzter Krystall; schon in gewöhnlichem, viel deutlicher in polarisirtem Lichte erscheint derselbe aus zwei Hälften (der Länge nach) zusammengesetzt; die pyramidalen Enden bestehen aus mehreren, verschieden polarisirenden Calotten. Der flache Pyramidenwinkel beträgt circa 115°. Die Hauptmasse löscht gegen die Längsaxe unter 9°—10°, die pyramidalen Theile unter geringeren Winkeln aus. Doppelbrechung fast ebenso stark wie bei Zirkonen.

Die direkte Quarzbestimmung ergab 33.8%.

Muskovit und Magnesiaglimmer spielen structurell eine ganz eigenthümliche Rolle: Lamellare Massen beider bilden um aus α-Feldspath, und α-Quarz bestehende rundliche Complexe Guirlanden und nicht selten geschlossene Kränze, so dass ich mich mitunter des Eindrucks nicht erwähren konnte, dass diese Gebilde weiter nichts als unfertige Sphäroide seien (Taf. II, Fig. 9). Bei flüchtiger Beobachtung scheinen sich die Glimmerbänder zwischen den grösseren Gemengtheilen hindurchzuwinden und dieselben zu umfliessen, ähnlich wie die Feldspathmikrolithe in neovulkanischen Laven. Die Glimmerzüge enthalten β-Feldspath, β-Quarz und β-Calcit; diese letzteren sind allotriomorph und füllen die Räume zwischen den Glimmerlamellen aus.

Biotit; sehr frisch; idiomorphe lamellare Massen, spiessige Leisten, unregelmässig gelappte Blätter und selten hexagonale Tafeln. Da Schnitte ebensowol senkrecht wie parallel zur Spaltbarkeit spiessig-leistenförmig aussehen, so müssen sie von nach (010) gestreckten, in der Richtung beider anderen Axen schmalen Krystallen herrühren. Pleochroismus sehr intensiv:

1) Vogelsang, Sur le Labradorit coloré de la côte du Labrador; Arch. néerl. des sc. ex. et nat, vol. III, 1868. p. 3. Taf. IV, Fig. 6. 7.

2) von Chrustschoff, Ueber eigenth. Flüssigkeits interp. im Coidierit von Bodenmais, T. M. P. M. VI, p. 232 und Beitr. z. Petr. Volh. u. Russl. ebendaselbst IX, p. 470 sqq.

𝔠 dunkelsepiabraun
𝔟 van Dyke braun
𝔞 blassstrohgelb.

Absorbtion deutlich: $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$; Differenz $\alpha - \gamma = 0.040$.

Der Glimmergehalt wurde sehr sorgfältig auf mechanischem Wege in meinem Apparat mit Methylenjodid zu 16% ermittelt. Davon gehen auf Biotit circa 11%, auf Muskovit 5%.

Sehr oft parallel mit Muskovit verwachsen. Bemerkenswerth ist die Thatsache, dass die Glimmerlamellen gewöhnlich keine Spur von jenen dynamischen Veränderungen aufweisen, die in anderen Gemengtheilen, so deutlich ausgeprägt sind; dies ist um so auffallender, da sonst gerade Glimmer derjenige Gemengtheil zu sein pflegt, bei welchem mechanische Deformationen besonders häufig und sogar dort vorkommen, wo andere sprödere Substanzen intact geblieben sind. Umschliesst Rutilnadeln und Erzkörner.

Muskovit; äussere Gestaltung wie beim Biotit; blassgelb bis farblos mit deutlicher stärkerer Absorbtion des parallel der Spaltbarkeit schwingenden Strahles.

α-Calcit bildet kleine rundliche Körner und zierliche Rhomboeder, die in α-Feldspath und α-Quarz schweben.

β-Calcit; Körner, unregelmässige Partien und längliche zwischen Glimmer eingekeilte Nester, worin auch gelegentlich Glimmerlamellen eingeschlossen sind. Da er namentlich in der glimmerreichen Zwischenmasse vorkommt, so scheint er in irgend welcher genetischer Beziehung mit diesem zu stehen. Beim Betupfen eines angeschliffenen Handstück's mit Säure bleibt die Efferveszenz besonders auf die biotitreichen Stellen beschränkt, während im Feldspath und Quarz nur hie und da Gasbläschen sich entwickeln. Die mikroskopischen Eigenschaften derselben sind ganz deutlich ausgeprägt: starke negative Doppelbrechung, matte Interferenzfarben (weiss höherer Ordnung), zahlreiche eingeschaltete Zwillingslamellen; die Spaltrisse schneiden sich unter 105°; an Wänden und Rissen erscheinen in Folge von Beugung des Lichts (mehrfache Reflexion und dadurch Interferenz) Newton'sche Farben; in convergentem Licht schwarzes Kreuz; Differenz $\alpha - \gamma = 0.160$. Meist wasserhell und einschlussfrei; hie und da enthält er Wolken von staubigen Partikeln und ziemlich grosse, wahrscheinlich mit Flüssigkeit ganz ausgefüllte Poren. Der Calcitgehalt wurde in dem sehr feinen Gesteinspulver (damit auch womöglich die im Feldspath und Quarz schwimmenden Rhomboederchen in Lösung gehen), durch Dosirung der mit Säuren frei werdenden CO_2 und zur Kontrolle durch Wägung des gelösten CaO bestimmt; es wurden in dieser Weise 6.15% $CaCO_3$[1]) gefunden.

Apatit; schlanke, feine Nädelchen,

Erz; vereinzelte Körner und seltene von Tinamorphitsäumen umgebene in Biotitblättern eingeschlossene Klumpen.

1) Enthält eine Spur Magnesia.

Rutil; sehr dünne, stark lichtbrechende und lebhaft polarisirende, farblose Nadeln, die in absolut frischem Quarz und Feldspath schwebend vorkommen und daher wol als primär zu betrachten sind; 0.1 mm. — 0.2 mm. lang und höchstens 0.01 mm. — 0.03 dick.

Zirkon; durch Schlämmen des Pulvers und darauffolgende Behandlung mit HFl und anderen Säuren gelang es mir aus 50 Gramm Material höchstens 5 Kryställchen, die einem wol charakterisirten Typus angehören, zu isoliren. Dies sind durchschnittlich 0.09 mm. lange und 0.02 mm. breite prismatische sehr fein zonar struirte Individuen; ziemlich gut nach (111) (110) ausgebildet, doch sind die Ecken und Kanten etwas verrundet; Zonenstreifen dicht gedrängt und zahlreich, im Centrum mehr gerundet, gegen die Peripherie den äusseren Umrissen conform; sie beherbergen fast immer einen centralen opaken Einschluss; dieser Habitus ist bei Gneisszirkonen sehr verbreitet, dagegen ausserordentlich selten in zweifellos eruptiven Gesteinen.

Zersetzungsprodukte; Biotit ist hie und da in eine intensiv grüne nicht pleochroitische, von spiessigen Beloniten erfüllte Substanz umgewandelt.

Da der Gehalt am freiem Quarz und Calcit genau, an Glimmer ziemlich genau bestimmt worden sind, so könnte man den Feldspath aus der Differenz, obschon wegen des eingeschlossenen Muskovits nur annähernd berechnet werden; dann würde der Granitteig ungefähr folgende Zusammensetzung[1]) besitzen:

Quarz. . . .	34
Glimmer. .	16
Calcit . . .	6
Feldspath .	44
Summa. . .	100

Variolen.

Kern.

Der Kern macht etwa $1/7$ bis $1/5$ der Kugel aus und besteht aus einer rundlichen, glimmerarmen Partie von derselben Beschaffenheit wie der Granitteig; er ist in jeder Beziehung den für das sphäroidfreie Gestein charakteristischen, von Glimmerguirlanden umgeben Quarz-Feldspath-Complexen äquivalent und bietet nichts Eigenthümliches dar (Taf. II, Fig. 9). In einem der Quarzkörner wurden rundliche Einschlüsse einer gekörnelten graubraunen Substanz (stone cavities Sorby's), sowie schlanke (wahrscheinlich dem Rutil angehörende) Nadeln mit daranhängendem tropfenartigen Gebilde[2]) beobachtet.

1) Die Granitmatrix eines mir kürzlich von Professor N. H. Hitchcock übersandten typischen Handstück's dieser Localität enthält aber nur circa 3% $CaCO_3$. Ich benutze mit Freuden diese Gelegenheit, um Herrn Professor N. H. Hitchcock von Hannover Conn. für die liebenswürdige Bereitwilligkeit, mit welcher er mir das nöthige Material aus seiner eigenen Sammlung gespendet, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

2) Cf. von Chrustschoff, sur des inclusions probablement hyalines dans le quartz du gneiss granitique du St. Gotthard; Bulletin de la Soc. Min. de Fr. t. VII, 1884, p. 381, Taf. II, Fig. 13.

Glimmer-Calotten.

Es lassen sich bald zwei bald drei concentrische Zonencomplexe unterscheiden.

Mikroskopische Zusammensetzung des ganzen Calottencomplexes.

- Primäre Gemengtheile . .
  - Wesentliche . .
    - Biotit (M).
    - Muskovit (m).
    - Kalcit (C.)
  - Accessorische .
    - Quarz (q).
    - Feldspath (a_1+t).
    - Titanit (F_7).
    - Erz ($F_{1\cdot 2}$).
    - Apatit (F_5).
    - Rutil (R).
    - Zirkon (F_6).
- Secundäre Gemengtheile . . . .
  - Chlorit.
  - Rutil.
  - Anatas.

Die Ausscheidungsfolge entspricht der Glimmerbildungsphase im Gestein und wird durch folgende Tabelle veranschaulicht:

	Primär:				Secundär:
Zirkon . . .	—				
Rutil	—				
Apatit . . .	. —				
Erz	. —	....	....	....	Anatas, Titanit.
Biotit	. .	—	—	....	Chlorit.
Muskovit . .	. .	. —	—		
Calcit	. .	. .	—	—	
Feldspath .	. .	. .	. —	—	
Quarz	. .	. .	. .	—	

Mit Formeln drückt sich dies aus:

$$\Gamma\mathring{\rho} - \overline{(F_{\dot{1}\cdot\ddot{\tilde{2}}\cdot\ddot{5}\cdot\ddot{6}\cdot\ddot{7}}R)(\overbrace{Mm}^{\mathring{\rho}})}\underline{(t + a_1)\,Cq}.$$

Structur; die erste innerste, auf den Kern folgende Zone besteht fast ausschliesslich aus zwiebelschaaligen Biotit- und Muskovitlagen mit sehr wenig dazwischengeklemmtem Quarz, Feldspath und Calcit; in der mittleren Zone sind die Lücken zwischen den Glimmerlamellen etwas grösser und hauptsächlich mit Calcit nebst etwas Feldspath und Quarz ausgefüllt; von da an nimmt der Calcitgehalt stetig nach der Peripherie zu ab, während die Lücken zwischen den Glimmerblättern nun grösser werden und Quarz und Feldspath an Menge zunehmen (Taf. III, Fig. 22, schematisch). Eigentlich besteht die Grundmasse aus einem zuckerkörnigen Gemenge von Quarz, Feldspath und Calcit; in derselben liegen die tangential orientirten Glimmerblätter; nach innen zu stehen die Glimmerzonen so dicht beisammen, dass dieselbe ganz in den Hintergrund tritt; nach aussen dagegen gewinnt sie immer mehr an Bedeutung. Bei einigen Variolen plegt der mittlere (Taf. III, Fig. 22 c.), bei anderen der innerste (dem Kern anliegende) Gürtel am calcitreichsten zu sein.

Biotit; durchaus frisch und von derselben Beschaffenheit wie im Muttergestein; die Durchschnitte sind stets spiessig leistenförmig und daher von nach der Klinodiagonale gestreckten, nach den zwei anderen Axen recht schlanken Krystallen abzuleiten. Seltener wurden z. Theil geradlinig begrenzte Tafeln nebst in die Länge gezogenen und mannigfach verzerrten Hexagonen beobachtet. In Bezug auf den Granitkern sind dieselben stets tangential gestellt. Sehr beachtenswerth erscheint der Umstand, dass die Glimmerlamellen nur ausnahmsweise (dort, wo die Späroide gleichsam in das Gestein hineingepresst sind) gebogen, vielmehr fast immer gerade und von auffallender Schlankheit sind; die Wölbung der Sphäroidoberfläche kommt durch Schleppung einer Tangente zu Stande (Taf. III, Fig. 22). Genau dasselbe optische Verhalten wie im Granitteig. *Interpositionen*: spärliche Magnetitkörner; hie und da grössere z. Th. in Umwandlung begriffene Titaneisenklumpen; schlanke Apatit- und Rutilnädelchen; Zirkon.

Muskovit; sehr häufig parallel mit Biotit verwaschen; verhält sich sonst wie Biotit, ist aber ein wenig jünger als dieser.

Auf mechanischem Wege konnten 75% fast reinen Glimmers ausgesondert werden.

Calcit; 1. Grössere unregelmässige Partien, worin Glimmerlammellen schweben: die calcitreichste Zone stellt mitunter einen geschlossenen Calcitring dar, worin die concentrischen Glimmerblätter, ohne ihre Disposition nur im Geringsten zu ändern, schweben; 2. vereinzelte, unregelmässige Körner, die zwischen Glimmerlamellen eingeklemmte Nester bilden; 3. vereinzelte in Quarz und Feldspath eingeschlossene, wie geflossen aussehende Rhomboederchen. In physikalischer Beziehung ist derselbe ebensowohl charakterisirt wie im Gestein und gleichfalls primär. In derselben Weise wie im Gestein wurden hier 13.26% $Ca\,CO_3$ gefunden.

Orthoklas; wasserhelle meist allotriomorphe, seltener gegen Quarz idiomorphe, zwischen Glimmerlamellen eingeklemmte Körner; homogen und frei von Muskoviteinschlüssen; beide Spaltbarkeiten P (001) und M (010) sowie eine prismatische ausserordentlich gut ausgeprägt; Carlsbader Zwillinge häufig; Auslöschung bald gerade gegen die Spaltrisse (P (001) auf M (010)), bald unter 8° respective 22° (auf M (010) zu P (001) oder dem Prisma). Maximaldifferenz $\alpha - \gamma = 0.0073$. Umschliesst winzige und jene als Rutil gedeuteten Nadeln.

Plagioklas; Form und Beschaffenheit wie beim Orthoklas; Zwillingsaufbau nach dem Albitgesetze; symmetrische Maximalauslöschung zweier hemitropen Lamellen 14°; Maximaldifferenz $\alpha - \gamma = 0.0079$. Mit dem Fedoroff'schen Isotropieaxenapparat konnte nachgewiesen werden, dass er mit demjenigen im Gestein identisch sei[1]).

Quarz; stets allotriomorph und füllt Zwischenräume zwischen älteren Gemengtheilen aus; wasserhell und bis auf winzige Poren einschlussfrei; er zeigt merkwürdiger Weise im Innern fast gar keine, etwas häufiger an der Peripherie der Variolen mechanische Deformationserscheinungen. Die directe Quarzbestimmung ergab 5.4% freien Quarz.

Apatit; seltene gedrungene Säulchen.

Rutil; spiessige im Quarz und Feldspath schwimmende Nadeln, entschieden primärer Natur.

Erz; Magnetitkörner; grössere im Biotit eingeschlossene Massen, die von einem Titanomorphitsaum oder von titanhaltigen Mineralien umgeben sind.

Zirkon; auffallender Weise enthalten die Variolen offenbar mehr Zirkon als die umgebende Gesteinsmasse; dies scheint übrigens ganz natürlich, da der Zirkon sehr gerne in der Nähte oder im Biotit vorzukommen pflegt; somit muss auch der Zirkongehalt mit dem Biotitgehalt zunehmen. Besitzt hier dieselben Charaktere wie im Gestein und gehört unzweifelhaft viel eher dem Gneiss- als dem Granittypus an.

Zersetzungsprodukte; vereinzelte Biotitlamellen sind chloritisirt und von haarfeinen Nadelchen erfüllt; in der Nähe einer Titaneisenpartie fanden sich hellgelbe Titanite und eine sehr scharfe braune Anatastafel nach (001) (111).

Das Variolenmaterial besitzt also ungefähr folgende Zusammensetzung[2]):

Quarz . . .	5
Glimmer . .	75
Calcit. . . .	13
Feldspath .	7
Summa. . .	100

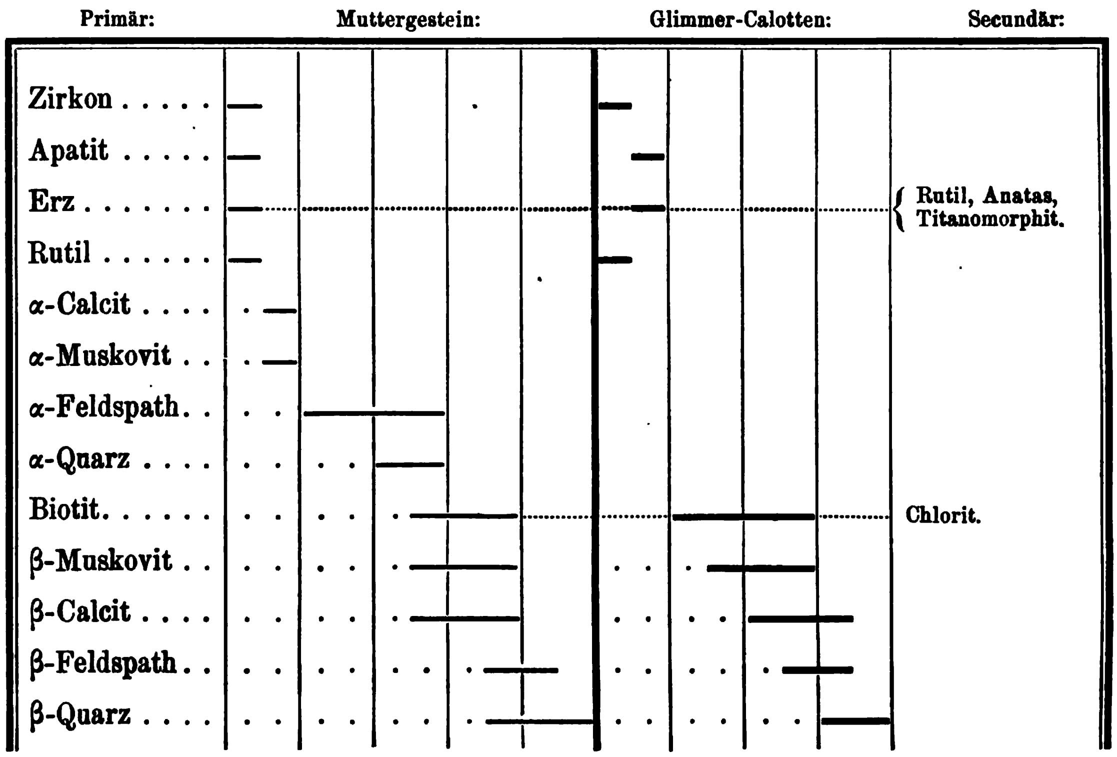
1) $A'_2 \wedge A_1 = 18°$.

2) Eine andere Variole enthielt nur 9% $CaCO_3$; es geht daraus mit Sicherheit hervor, dass die Variolen stets mehr Calcit führen, als die Matrix.

Zusammenstellung des mikroskopischen Bestandes aller Theile des Gesteins.

		Muttergestein.	Glimmercalotten.
Primäre Gemengtheile	Wesentliche	Orthoklas	—
		Plagioklas	Biotit
		Quarz	Muskovit
		Biotit	Calcit
		Muskovit	—
	Accessorische	Calcit	Quarz
		Apatit	Feldspath
		Magnetit	Magnetit
		Titaneisen	Titaneisen
		Titanit	Titanit
		Zirkon	Zirkon
		Rutil	Rutil
		—	Apatit
Secundäre Gemengtheile		Chlorit	Chlorit
		Titanomorphit	Titanomorphit
		Rutil	Rutil
		Anatas	Anatas.

Zusammenstellung der paragenetischen Verhältnisse:



Uebersicht der constituirenden Gemengtheile:

	Granit-teig.	Calotten.
Quarz . . .	34	5
Glimmer .	16	75
Calcit . . .	6	13
Feldspath.	44	7
Summa . .	100	100

Die genetische Deutung dieses interessanten Vorkommens bietet grosse Schwierigkeiten dar und es kann hier keinenfalls von Einschlüssen, deren Resorbtion und darauffolgender Ueberkrustung die Rede sein. Wir müssen vielmehr dies Gestein als eine primäre Bildung betrachten, deren Ursache direckt in einer eigenthümlichen Differenzirungsmodalität desjenigen Substrats, woraus es sich entwickelt hat, zu suchen wäre. Die Art und Weise der Ausscheidungsfolge, die gegenseitigen Relationen, endlich der Habitus selbst der Gemengtheile sowie das Vorhandensein und der Modus des Vorkommens des Calcit tragen entschieden einen gneissartigen Charakter an sich. Solch ausserordentlich frische, keine Spur einer beginnenden Umwandlung zeigende und von primärem Muskovit durchwachsene Feldspathe sind mir nur in echten Gneissen bekannt geworden. Obgleich Calcit in eruptiven Bildungen als ein primärer Gemengtheil auftritt[1]) so erinnert doch die Art seines Vorkommen's und dessen Habitus an gewisse altkrystallinische Schiefergesteine; z. B. enthalten die wasserklaren, frischen, von Muskovit durchwachsenen Feldspathe und Quarze eines von der Steinigen Tunguska stammenden Gneisschiefers ebensolche Calcitrhomboeder und daneben zwischen Glimmerlamellen eingeklemmte, aus mehreren Körnern bestehende Calcitnester.

Der Umstand, dass die dünnsten Glimmerlamellen ganz unbedeutende, der Feldspath intensivere, der Quarz sehr intensive dynamische Deformationen erlitten haben, weist darauf hin, dass die mechanische Energie während der Feldspathbildung schwächer wirkte, während der ersten Quarzbildung ihr Maximum erreichte und endlich zur Zeit der Glimmerausscheidung fast gar keinen Effect mehr auszuüben im Stande war.

Die Entwickelung der Variolen, womit der Calcit in irgend welcher ursächlich-genetischer Beziehung stehen muss, fällt mit der Ausscheidungsperiode des Glimmers im Muttergestein zusammen und die *Sphäroide scheinen durch stellenweise Verstärkung eines dem ganzen Gesteinskörper innenwohnenden Charakters entstanden zu sein: in den Variolen sind*

1) Cf. Törnebohm, om Kalcithalt i graniter; Övers. af Kongl. Vet. Acad. Förh. 1881, p. 15 Michel-Lévy et Douvillé, Note sur le Kersanton; Bull. Soc. Geol. de Fr. III Série, 1. V p. 55.

eben die Quarz-Feldspathcomplexe von breiteren und dichteren, geschlossenen Glimmerzonen (Guirlanden) umgeben als im homogenen Gestein.

Der sog. Pudding-granite von Craftsbury, der übrigens kein echter Granit ist, scheint mir daher eine verstärkt concretionäre Ausbildung des (sphäroidfreien) normalen Gestein selbst zu sein.

Vereinzelte Feldspathvariole im Amphibolgneiss (Noritgneiss) von Aldersbäck, Wästrum soken, Kalmar län, Schweden.

Das mir durch gütige Vermittelung des Herrn Professor A. G. Nathorst von der schwedischen geologischen Landesuntersuchung zur Verfügung gestellte Handstück trägt eine Etikette mit folgender Inschrift: *Körtel af Oligoklas i Hornblende-gneiss-granit* (Sveriges Geologiska Undersögningens Museum). Das Gestein selbst ist dunkelgrün bis schwarz, mittelkörnig, von weisslichen Feldspathpartikeln durchsprenkelt. Bei einiger Aufmerksamkeit können Hornblende, Magnesiaglimmer, gestreifter und ungestreifter Feldspath, Quarz, hie und da Titanit (in undeutlichen Krystallen) identificirt werden. Die Structur ist granitisch körnig; dadurch dass die nach M (010) tafeligen Feldspathe mit ihren Klinopinakoidflächen vorzugsweise parallel einer Richtung eingelagert sind herrschen bald leistenförmige bald breite unregelmässig begrenzte Durchschnitte vor und es kommt der gneissartige Habitus zum Ausdruck.

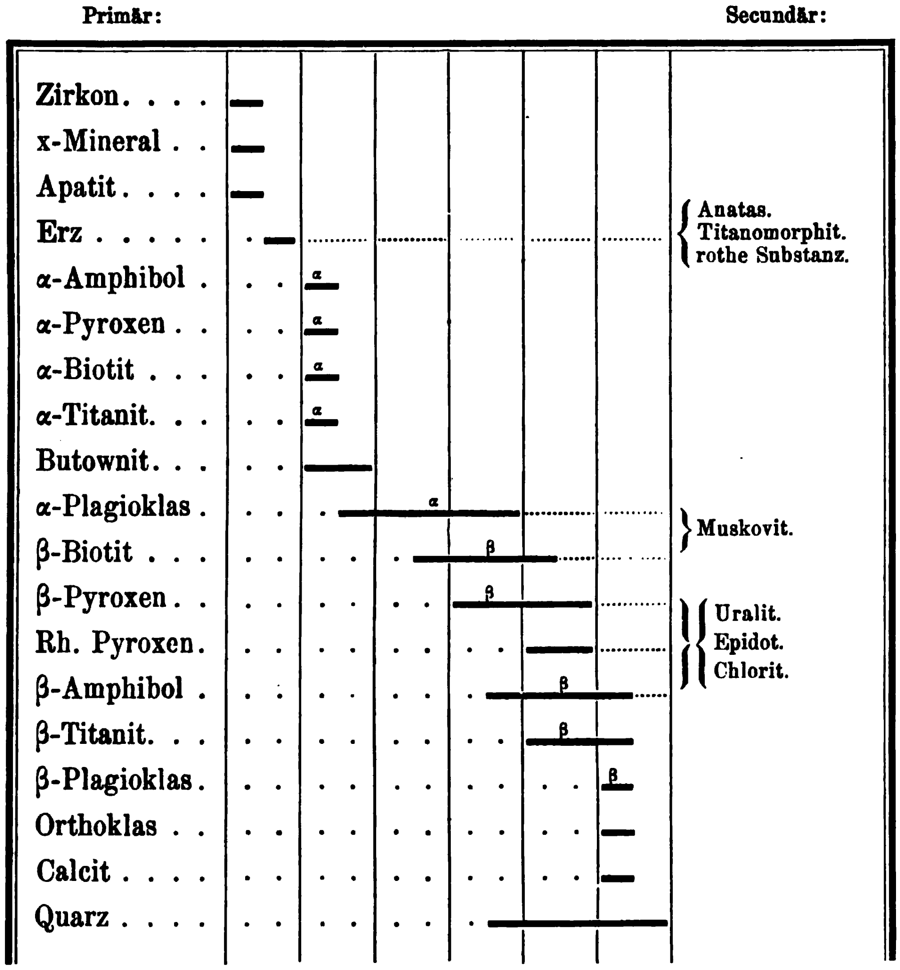
Die aus weisslichgrauem Feldspath bestehende Variole stellt sich als ein regelmässiges Ovoid dar[1]), dessen Länge 40 mm. und Breite 27 mm. betragen; im Centrum desselben befindet sich ein unregelmässiger Kern ebenfalls feldspäthiger Natur, der seinerseits ein vereinzeltes Hornblendeindividuum umschliesst. Auf den Kern folgen *a* zwei concentrische aus deutlich radialen Elementen zusammengesetzte Feldspathcalotten und *b* eine peripherische 2—3 mm. breite Zone, an deren Aufbau sich ausser Feldspath auch dunkle Gemengtheile betheiligen[1]). Die letztere stellt gleichsam einen Uebergang zur normalen Gesteinmasse dar und kommt eigentlich dadurch zu Stande, dass sich Hornblende und Biotit zwischen die Feldspathstrahlen hineinschieben. Unter der Loupe erscheinen die zwei inneren Zonen (*a*) von opaken Partikeln durchsprenkelt.

1) Cf. Taf. II. Fig. 5.

Mikroskopische Zusammensetzung des Noritgneisses.

Primäre Gemengtheile. . .	Wesentliche . .	Plagioklas ($t_{2\cdot 3}$).
		Amphibol (A_2).
		Biotit (M).
		Quarz (q).
		Titaneisen (F_2).
	Accessorische .	Orthoklas (a_1).
		Augit (P_4).
		Rhombischer Pyroxen (H_3).
		Calcit (C).
		Titanit (F_7).
		Magnetit (F_1).
		Apatit (F_5).
		Zirkon (F_6).
		× Mineral (x).
		Farbloser Amphibol (A_λ).
Secundäre Gemengtheile		Titanomorphit.
		Muskovit.
		Uralit.
		Epidot.
		Chlorit.

Die paragenetischen Verhältnisse dieser Gemengtheile sind sehr verworren und lassen sich nur schwer entziffern; die Summe einer ganzen Reihe von Beobachtungen, zu deren Recapitulirung man mehrere Seiten brauchen würde, giebt folgende Tabelle:



Mit Formeln wäre dies auszudrücken:

$$\Gamma\alpha < \Gamma r - \overline{(F_1 \cdot \widetilde{\ }_2 \cdot \ddot{\ }_3 \cdot \ddot{\ }_6 \ddot{x})\,(\dot{A}_2 + \dot{P}_4 + \dot{M} + \dot{F}_7)}\, t_3\, t_2\, \underline{M\, \widetilde{P}_4\, \dot{H}_3\, A_{2\lambda}\, (t_2 + a_1 + \dot{C})\, q}.$$

Daraus sehen wir zunächst, dass die Ausscheidung des Feldspath's z. Th. in diejenige der eisenhaltigen Silicate und des Titanits hinübergreife und dass die Verfestigung dieser letzteren eine fast gleichzeitige, dass ferner die Quarzbildung schon in der letzten Phase der Feldspathindividualisation beginnt, während derjenigen der eisenhaltigen Gemengtheile fortdauert und sie überdauert.

Was nun die Structur des Gesteins anbelangt, so ist sie zwar im Allgemeinen eine granitische, bietet aber Eigenthümlichkeiten, die in echten Gneissen zu den gewöhnlichsten Erscheinungen gehören, jedoch in Graniten seltener vorkommen. Bei Betrachtung eines Schliffes mit der Loupe fallen folgende Verhältnisse ins Auge: *a*-Schliffe senkrecht zu derjenigen Richtung, in welcher die Feldspathe vorwaltend leistenförmige Querschnitte auf-

weisen d. h. parallel der Gneiss- oder einer Art groben Fluidalstructur[1]): bis 1 □ cm. grosse idiomorphe und unregelmässige, von farbigen Einschlüssen meist freie Feldspathfelder und kleinere meist idiomorphe Feldspathe liegen in einer aus gefärbten eisenhaltigen Silicaten bestehenden Zwischenmasse; Feldspath und Zwischenmasse stehen im Gleichgewicht; *b*-Schliffe senkreckt zur Gneissstructur: dasselbe Bild, es treten jedoch leistenförmige Feldspathe viel öfter auf.

α-Plagioklas; grosse idiomorphe, bald nach P (001), bald nach M (010) tafelige Individuen, die also entweder breite fast isometrische oder mehr weniger breit leistenförmige Durchschnitte liefern. Der Idiomorphismus derselben ist nur bei sehr schwacher Vergrösserung deutlich ersichtlich, bei stärkerer dagegen erweisen sich die geradlinigen Begrenzungselemente in mannigfaltiger Weise durch randliches Uerbergreifen anderer Gemengtheile so verwischt, das man völlig allotrimorphe Substanzen vor sich zu haben glaubt. Aussergewöhnlich frisch; gleichmässig oder streifenweise von dunklem Staub erfüllt, wie dies für die Labradorite der Noritfamilie charakteristisch ist. Spaltbarkeiten sehr versteckt: M (010) auf P (001) hie und da durch Dichterwerden des opaken Staabes angedeutet; P (001) auf M (010) mitunter ziemlich gut ausgeprägt; meist viel deutlicher als beide Hauptspaltbarkeiten ist eine sich durch scharfe geradlinige Risse kundgebende Theilbarkeit nach einem der Hemiprismen.

Zwillingsaufbau nach dem Periklin, Albit und Carlsbader Gesetzen, wobei oft alle drei Gesetze in einem und demselben Individuum vereinigt sind; besonders häufig wurden hier solche Zwillingsstöcke nach dem Albitgesetze, deren eine oder mehrere Zwillingslamellen aus nach dem Periklingesetze hemitropen Lamellen zusammengesetzt sind, beobachtet. Besonders zahlreich sind Zwillingsbildungen, deren mechanisches Entstehen ohne Weiteres in's Auge fällt: ein grosser homogener Durchschnitt nach M (010) mit deutlich ausgeprägten Spaltrissen nach P (001) und einem der Hemiprismen ist von beiden Seiten [|| (001)] von zwei Hornblendecomplexen eingeklemmt; von diesen beiden gedrückten Seiten aus ragen eine grössere Anzahl kurzer Lamellen in die homogen auslöschende Feldspathmasse hinein (Taf. III, Fig. 24); dort wo die Hornblende am tiefsten eingedrungen, stehen die Lamellen am dichtesten. Sie sind leistenförmig und am Ende unter einem Winkel von circa 116° schräg abgeschnitten. Diese Zwillingslamellen stehen senkrecht auf den Spaltrissen nach P (001) und scheinen parallel einer zu P (001) und M (010) senkrecten Fläche eingeschaltet zu sein. Ein anderer Durchschnitt umschliesst mehrere gebogene Züge von Quarzkörner, von welchen aus parallele Reihen secundärer kurzer Zwillingslamellen ausgehen (Taf. III, Fig. 25); man erkennt hier ganz deutlich, das die Quarzkörnergruppen den Anstross zur Bildung derselben gegeben haben. Obgleich diese durch Schiebung entstandenen Lamellen meisst von den Rändern aus in die Feldspathmassse hineinragen, fehlt es doch nicht

1) Aehnlich wie dieselbe in den volynischen Perthitrophyren, womit das vorliegende Gestein eine gewisse Aehnlichkeit besitzt, anzutreffen ist; cf. von Chrustschoff, Beitr. zur Petr. Volh. u. Russl., Tschermak's Min. u. Petrogr. Mitth. Bd. IX. p. 470 sqq.

an solchen Durchschnitten, die im innern beiderseits abgeschlossene Lamellen beherbergen. Mitunter bestehen diese letzteren noch aus 2—3 hemitropen Subindividuen (Taf. III, Fig. 23). Doch hat die mechanische Deformation durchaus nicht immer die Bildung von Zwillingslamellen zur Folge, denn es finden sich nicht selten fast kreisförmig gebogene homogene lamellenfreie Durchschnitte, deren fegende undulöse Auslöschung einen Winkel von 60° durchläuft. Endlich gehören Knickungen, Verschiebungen und Stauchungen primärer Lamellen zu den verbreitetsten Erscheinungen. Symmetrische Maximalauslöschung (gegen die Zwillingsnaht). 8°, 7.5°, 9°, 7°, 8.5°, 8°, 8°, 9°, durchschnittlich 8.6°; in ungestreiften Durchschnitten gegen die Tracen der basischen Spaltbarkeit: 22°, 23°, 21.5°, 21.8°, 24°, 22, 21.2°, 23.3°, 23.4°, durchschnittlich 23.5°. Mit Hülfe des Fedoroff'schen Isotropieaxenapparates konnte nachgewiesen werden, dass ein Labradorit[1]) vorliege. Differenz $\alpha-\gamma = 0.0082$.

Hie und da enthalten namentlich die grossen Durchschnitte Partien eines genau ebenso wie der weiter unten beschriebene Feldspath der Variole aussehenden sericitisirten basischeren (Auslöschung bis 32°) Plagioklases, dessen Contouren um so deutlicher hervortreten, da sie von Magnetitkörnern, Biotittäfelchen und farblosen Säulchen besetzt zu sein pflegen (Taf. III, Fig. 28 h). Dieser Umstand deutet darauf hin, dass sich dieser Resorbtionsrest wirklich einst in Berührung mit dem Magma befunden habe; übrigens umschliesen oft auch wasserhelle Plagioklase zonar angeordnete Magnetit und Biotitinterpositionen.

Interpositionen: der opake Staub ist bald parallel P (001) und M (010), bald parallel (110) streifenweise eingelagert. Diese Staubvertheilung kommt ebensowohl in homogenen, einheitlich polarisirenden als auch in polysynthetischen gestreiften Durchschnitten vor und ist somit von den Zwillingsbildungen unabhängig; sie entspricht vielmehr wahrscheinlich gewissen Cohäsionsverhältnissen. Bei 800-facher Vergrösserung nimmt man erst wahr, dass die Staubtheilchen durchaus regellos vertheilt und nur streifenweise dichter angehäuft sind. Es konnten unterschieden werden: bräunlich pellucide bis opake zugespitzte Stäbchen und ebenso gefärbte runde und ovale Scheibchen, wahrscheinlich Querschnitte der Stäbchen; farblose Säulchen; octaedrische und unregelmässige Erzkrystalle; Biotithexagone; grünliche Nadeln; jene in Labradoriten so überaus verbreiteten blassgrünliche, primatische Mikrolithe und Körner die einen opaken Einschluss beherbergen oder daran haften; eigenthümlich pseudomorphosenartige Gruppen dieser beiden Substanzen[2]); Zirkone; Titanitkörner; sehr dünne und lange Apatitnadeln; leere Poren; selten Flüssigkeitseinschlüsse mit spontan beweglichen Bläschen. Nicht selten sind die prismatischen Mikrolithe gebogen, geknickt, in mehrere Stücke zerbrochen und auseinandergezerrt.

Hat man einen Feldspath mit Hülfe der Fedoroff'schen Methode definirt, so genügt zur Kontrolle meist nur eine einzige quantiv-chemische Bestimmung, z. B. in diesem Falle

---

1) $A_1 \wedge A'_2 = 38°$.

2) Cf. von Chrustschoff, Sur une hypérite de Seeland; Bull. Soc. Min. de Fr., t. IX, 1887, p. 256 und Vogelsang, Sur le labradorite coloré de la côte du Labrador; Arch. néerl. d. sc. anactes et nat. t. III, 1868, p. 1 sqq. Taf. IV, Fig. 4. 5. 8.

des Kalk's. Diese CaO-Bestimmung wurde mit besonderer Sorgfalt und allen möglichen Vorsichtsmaassregeln dreimal wiederholt und aus den gewonnenen Resultaten das Mittel genommen; 9.11% CaO. Daraus lässt sich nach Bunsen's Vorgange[1]) die wahrscheinliche Zusammensetzung des vorliegenden Kalknatronfeldspath's berechnen:

Kieselsäure	56.97
Thonerde .	27.48
Kalk	9.11
Natron . . .	6.44
Summa .	100.00

Daraus folgt:

Albit	54.61
Anorthit . .	45.39
Summa .	100.00

Orthoklas; tritt spärlich mit Quarz zusammen als jüngster Gemengtheil auf und füllt Räume zwischen älteren Gemengtheilen aus, daher stets allotriomorph; viele solche mit Orthoklas ausgefüllte Zwischenräume, die anscheinend d. h. in der Schlifffläche miteinander gar nicht communiciren löschen alle zusammen gleichzeitig aus und gehören demnach einem grossen Krystallindividuum an; Spaltrisse nach P (001) und besonders nach M (010) sehr deutlich ausgeprägt; Auslöschung zur Trace von P (001) auf M (010) bis 7.5°; Maximaldifferenz $\alpha - \gamma = 0.0072$; vom Plagioklas unterscheidet es sich auch dadurch, dass vom opaken Staub hier keine Spur vorhanden ist. Umschliesst vereinzelte Glimmertäfelchen und hie und da recht grosse fluidale Poren.

Quarz; sehr grosse, unregelmässig eckige Felder und Körner; die grösseren Individuen pflegen von einem Kranz viel kleinerer Körner umgeben zu sein, die offenbar mehr verschobene Fragmente derselben sind. Daher zeigen nur die grösseren Quarze mechanische Deformationserscheinungen: *ihre centralen Partien sind eben weniger gelockert als die randlichen*; alle die bereits früher bei anderen Gesteinen vorkommenden Studien der optischen Inhomogenität wiederholen sich ebenfalls hier: Zerfallen eines in gewöhnlichem Lichte absolut homogenen Durchschnittes in ein wenig anders orientirte, d. h. ein wenig aus der ihnen im Krystall zukommenden Lage verschobene stengelige, streifenartige und endlich körnige

1) Cf. Bunsen, Über Berechnung gemischter Feldspathe; Annalen d. Chemie u. Pharmacie, 1868, Supplement Band, p. 188 — 196.

Partien. *Interpositionen*: lange, haarfeine nur bei sehr straker Vergrösserung farblos pellucide Nadeln; Biotitscheibchen; Erzkörner; zahlreiche, mitunter sehr grosse leere und fluidale Poren, deren aussergewöhnlich grossen Libellen beim Erwärmen auf 100° C. zwar nicht absorbirt werden, jedoch sich oft träge von einer Seite nach der anderen wälzen.

α-Pyroxen; kleine blassgrünliche im Feldspath schwimmende Körner und Säulchen; Auslöschung bis 43°.

β-Pyroxen; grosse, lichtgelbliche bis fast farblose, allotriomorphe Durchschnitte und ganz unregelmässige corrodirte Reste im Uralit und Amphibol. Auslöschung bis 39°. Interferenzfarben hoch: grün-roth-blau II-ter und III-ter Ordnung; Differenz $\alpha - \gamma = 0.032$. Umschliesst Erz- und Titanitkörner; Glimmerschuppen; sehr kleine leere, fluidale und wahrscheinlich auch hyaline Poren.

Enstatit (Bronzit); bastitartig umgewandelt; in diesem faserigen, graubraunem (misfarbenem) Zersetzungsproducte finden sich spärliche rundliche Körner eingeschlossen, die sich folgendermaassen verhalten: Auslöschung parallel und senkrecht zur Faserung; niedrige Interferenzfarben: höchstens bis eisgrau erster Ordnung; Maximaldifferenz $\alpha - \gamma = 0.009$; optischer Charakter negativ; kein Axenaustritt in Längsschnitten, in Querschnitten (d. h. in solchen mit zwei deutlichen sich unter 90° kreuzenden Spaltbarkeiten) Austritt der positiven Mittellinie.

α-Amphibol; pleochroitische, hell-dunkelgrüne, im Feldspath schwebende Säulchen.

β-Amphibol; compakte allotriomorphe, gegenseitig und gegen Biotit, Quarz, β-Feldspath hypidiomorphe sowie seltener durchaus geradlinig begrenzte Durchschnitte nach (010) (110) (100) (111). Ein Theil derselben ist zweifellos primär. Spaltbarkeiten sehr gut ausgeprägt, doch ohne dass dieselben jenen feinfaserigen Charakter, der in ähnlichen Hornblenden so oft vorzukommen pflegt, hervorzubringen. Zwillinge nach (100) sehr häufig; Pleochroismus intensiv:

$\mathfrak{c}$ dunkelgrün,
$\mathfrak{b}$ dunkelgrün in's bräunliche,
$\mathfrak{a}$ grünlichgelb.

Absorbtion deutlich $\mathfrak{a} = \mathfrak{b} > \mathfrak{c}$; Auslöschung 16°; Maximaldifferenz $\alpha - \gamma = 0.023$. Häufig parallel mit Biotit verwachsen. *Interpositionen:* zahlreiche opake Nadeln; in einem Schnitt || (100), in welchem die Auslöschung genau parallel den spärlich vorhandenen Spaltrissen stattfindet, sind dieselben regelmässig nach vier Richtungen eingelagert: || (110), beiderseits zu den Spaltrissen unter 45° und senkrecht dazu; geschweifte subparallele Züge, opaker Partikel und länglich hexagonaler Täfelchen; diese letzteren sind braunpellucid, pleochroitisch und mit ihren Flächen in (100) parallel zum Prisma oder (010) eingelagert; lange spiessige Biotitlamellen, die mit ihren Flächen bald in (110) || (100), bald so interponirt sind, dass ihre Längskante mit den Tracen von (110) [in einem (010) sehr nahe liegen-

den Schnitt] einen Winkel von circa 150° (Maximum) einschliessen. Apatitsäulchen und Hexagone; Titanit- und Zirkonkryställchen. Zwischen den grösseren, meist mit einem Titanomorphitsaume umgebenen Titaneisenmassen und der Amphibolsubstanz befindet sich öfters eine Biotitlage.

Farbloser Amphibol (A_λ = Leukamphibol); mit intensiv pleochroitischer ist hie und da eine farblose Hornblende unregelmässig verwachsen; ihr vom Uralit durchaus verschiedener Habitus erinnert eher an denjenigen des Pargasits; sie tritt nirgend als selbständiger Gemengtheil auf, sondern bildet unregelmässig-ausgelappte Partien in der dunkelgrünen Hornblende varietät. Zwischen beiden ist keine eigentliche Grenzlinie vorhanden, der Farbenübergang vom Grünen in's Farblose ist ein plötzlicher: das dunkelgrüne Hornblendeindividuum wird eben stellenweise farblos (Taf. III, Fig. 28 c). Vom Uralit unterscheidet sie sich durch folgende Charaktere: Spaltbarkeit versteckt; keine Spur von Pleochroismus; Interferenzfarben niedrig: bis gelb I-ter Ordnung; löscht immer gleichzeitig mit der grünen Hornblende aus; optischer Charakter positiv; Differenz $\alpha - \gamma = 0.018$. Umschliesst eine grosse Menge unregelmässiger Körner, wahrscheinlich Quarzeinschlüsse.

α-Biotit; im Felspath schwimmende Mikrolithe.

β-Biotit; unregelmässig blättrige und lappig durchbrochene mit Hornblende verwachsene Complexe; stets gegen Quarz und β-Feldspath, viel seltener gegen α-Feldspath idiomorph; intinsiv mechanisch deformirt d. h. gebogen, geknickt, lamellare Massen gleichsam auseinandergepflückt und torsionirt. Pleochroismus ziemlich stark:

𝔠 dunkelbraun
𝔟 etwas heller braun
𝔞 strohgelb.

Absorbtion deutlich: $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$; Differenz $\alpha - \gamma = 0.042$; Ebene der optischen Axen parallel zum Leitstrahl, daher ein Glimmer ersterer Art; $2V_{na}$ circa 24°; Dispersion $\rho < v$. Umschliesst Zirkon, Apatit, Titanit und Erz.

x-*Mineral;* zwei unregelmässig lappige bis zu 3□ mm. grosse Durchschnitte; schwach aber deutlich pleochroitisch: röthlichbraun und bräunlichgelb; ausser einigen groben subparallelen Rissen bietet es keinerlei andere Anhaltspunkte zur Bestimmung der optischen Orientirung. Interferenzfarben sehr hoch d. h. IV-ter und V-ter Ordnung; zweiaxig; $\rho < v$; anscheinend negativ; Axenwinkel sehr gross, im Fedoroff'schen Apparat in der Luft unerreichbar. Maximal-Differenz $\alpha - \gamma = 0.068$. Brechungindex circa 1.89. Im Spectralocular erscheint ein undeutlich-verwaschenes Absorbtionsband an einer Stelle im Grün, welches mehrere Didymstreifen deckt. Umschliesst opake Körner und winzige Hohlräume.

α-Titanit; zahlreiche abgerundet-längliche Körner von blassröthlicher Färbung.

β-Titanit; grosse, unregelmässig lappige und eckige Individuen, die eine Grösse von 1□ cm. erreichen können; Pleochroismus deutlich:

𝔠 röthlichgelb
𝔟 gelblich in's grüne
𝔞 blass gelblich.

Meist von groben krummen, stellenweise aber auch von geraden Rissen durchzogen. Im polarisirten Lichte kommen zahlreiche 0.02 — 0.05 mm. breite Zwillingslamellen zum Vorschein, die zu den geraden Spaltrissen unter 45° geneigt sind; in beiden beobachteten Fällen wurden dieselben in keiner Stellung dunkel, sondern erschienen am hellsten bei Dunkelstellung der Hauptmasse und verschmolzen damit, jedesmal wenn sie parallel zum Nicolhauptschnitt standen. Gegen die Spaltrisse löscht die Hauptmasse unter 35° aus. Maximaldifferenz $\alpha - \gamma = 0.122$. Umschliesst opake staubige Partikel sowie zahlreiche in Zügen angeordnete leere und fluidale Poren, welche letzteren bei einer breiten dunklen Umrandung grosse Luftbläschen enthalten.

Calcit; zu den interessantesten accessorischen Bestandmassen dieses Gesteins gehört unstreitig der Calcit; sein Verhalten zu den übrigen Gemengtheilen ist dasjenige eines primären, nach Entstehung des β-Titanits und vor der mit der zweiten Quarz- und Orthoklasgeneration abschliessenden Gesteinsbildung zur Individualisation gelangten Minerals. Bildet unregelmässige oder zum Theil mit geradlinigen (gegen Quarz und Orthoklas, seltener Amphibol und Titanit) Elementen versehene Partien, die mitunter 5□ mm. messen. Die Art und Weise seines Vorkommens ist folgende: 1) eingeklemmt zwischen Pyroxen, Amphibol, Biotit und Feldspath 2-ter Generation; 2) tief in Hornblende und Biotit eingreifend und dies nicht etwa als Spaltenausfüllung, sondern buchtenförmig; 3) schwebend im Quarze und Orthoklas; 4) umhüllt seinerseits Quarzkörner. Optisches Verhalten sehr charakteristisch: matte Interferenzfarben höherer Ordnungen; starke negative Doppelbrechung: $\omega - \varepsilon = 0.168$; zahlreiche Zwillingslamellen; in Sprüngen und Spaltrissen Newton'sche Farben. Gewisse Durchschnitte zeigen in convergentem Lichte das schwarze Interferenzkreuz mit farbigen Ringen; die scharfen Spaltrisse kreuzen sich mitunter unter Winkeln von 105° (Taf. III. Fig. 28 a). Von der Anwesenheit eines Carbonates kann man sich leicht durch Betupfen des Gesteins mit HCl schon makroskopisch überzeugen: an vielen Stellen findet dann eine deutliche Gasentwicklung statt; aus 3.5612 Gramm Gesteinspulver konnten 0.0758 Gramm $CaCO_3$ ausgezogen werden d. h. 2.13%. Der Calcit umschliesst Quarzkörner, Glimmerfetzen sowie ziemlich grosse fluidale Poren.

Erz; Körner und grössere unregelmässige Massen; sogar die kleinsten Körnchen sind von Titanomorphitsäumen umgeben; diese letzteren bestehen aus gelbpelluciden Körnchen, seltener aus länglichen auf der Peripherie der Erzmasse senkrecht gestellten ziemlich gut ausgebildeten Titanitkryställchen. Nur wenn die Titaneisenpartien allseitig von frischem Biotit umschlossen sind, fehlt der Titanomorphitsaum vollständig.

Apatit ist reichlich vorhanden; gerundete Körner und bis 1 mm. lange und 0.2 mm. dicke

Prismen mit den dazugehörenden scharf hexagonalen Querschnitten; beherbergt kleine Hohlräume.

Zirkon ist ebenfalls relativ häufig; aus 30 Gramm Gestein konnten 15 ganze Krystalle nebst vielen Fragmenten gewonnen werden. Syenittypus; grosse, farblose — bis gelbliche, ziemlich mangelhaft nach (111) (311) (100) (110) ausgebildete Individuen, die denjenigen aus dem syenitähnlichen Amphibolgranit von Heppenheim im Odenwald zum Verwechseln ähnlich sehen [1]). Langprismatisch pyramidaler Habitus; die ditetragonale Pyramide (311) herrscht häufig vor und dann halten Prisma und Pyramide das Gleichgewicht. Verzerrungen sehr verbreitet: besonders häufig sind nur zwei Flächenpaare von (311) entwickelt und die beiden anderen auf ein Minimum reducirt; oder es herrscht an einem Ende (311) am anderen (111) vor; die beiden Prismen (110) und (100) herrschen ebenfalls abwechselungsweise vor. Zonarstructur selten: *Interpositionen*, verschiedenartige oft nach dem Prisma gestreckte Hohlräume; echte Glaseinschlüsse mit 2—4 sich unmittelbar berührenden Luftbläschen; opake Körner. *Dimensionen:* grösster Krystall: 0.48 mm. lang, 0.16 mm. breit, 0.14 mm. dick; durchschnittlich: 0.29 mm. lang, 0.10 mm. breit, 0.08 mm. dick.

Umwandlungsprodukte: Die Umwandlung d. h. Uralitisirung und darauf folgende Amphibolisirung des Pyroxens, die in diesem Falle in besonders anschaulicher Weise Schritt für Schritt verfolgt werden kann, findet in folgender Weise statt: Reihenweise parallel gestellte, blassgrüne und deutlich pleochroitische Amphibolnadeln dringen in die Ränder der intensiv corrodirten Pyroxene ein, bis schliesslich ganz unbedeutende Partikel der Pyroxensubstanz übrig bleiben; ist nun das Pyroxenindividuum bis auf einige kleine Fetzen aufgezehrt, so beginnt die Uralitmasse gleichzeitig an verschiedenen Punkten sich in compakte dunkelgrüne Hornblende umzusetzen, die sich allmählich ausbreitet und ihrerseits den Uralit ganz und gar verdrängt. Dieser Vorgang wird sehr instructiv durch folgende Abbildungen (Taf. III. Fig. 27) illustrirt: Uralitnadeln dringen in einen unregelmässig zerfressenen Pyroxendurchschnitt randlich ein (*a*). In einem ganz kleine Pyroxenreste enthaltenden Uralitdurchschnitt hat die Umwandlung in compakte dunkelgrüne Hornblende an mehreren Punkten zugleich begonnen (*b*). Ein compakter dunkelgrüner Amphiboldurchschnitt umschliesst kleine grösstentheils uralitisirte Pyroxenpartikel (*c*); endlich finden sich häufig dunkelgrüne Amphiboldurchschnitte, die hie und da kleine hellgrüne Uralitpartien beherbergen. Die innige Verquickung von Augit, Uralit und dunkelgrüner compakter Hornblende ist besonders instructiv in Querschnitten zu erkennen; diese drei Substanzen greifen buchtenförmig und bilden Inseln in einander; solche knäuelartige Durchdringungen lassen sich mitunter nur schwer entwirren (Taf. III. Fig. 26).

Uralit; bei starker Vergrösserung stellt sich jedes Subindividuum als ein schlanker oder auch ziemlich breiter prismatischer Krystall dar, woran man nicht selten recht deutlich

---

1) cf. von Chrustschoff, Beweis für den ursprünglich hyalin-magmat. Zust. gewisser echter Granite etc. N. J. 1887, Bd. I, p. 210.

(010) (110) (100) nebst einer schrägen terminalen Zuspitzung zu erkennen vermag. In uralitisirten Pyroxenen stehen nicht sämmtliche Amphibolnadeln, sondern nur streckenweise parallel; solche Complexe paralleler Nadeln können bis zu 30° gegen einander verwendet sein und es kommen übrigens auch in derselben Gruppe stark verschobene Nadeln vor; in den Lücken zwischen den Gruppen sowie zwischen einzelnen Nadeln steckt gewöhnlich Quarz. Die Uralitsubstanz ist wasserhell und durchaus frisch; scharfe geradlinige Spaltrisse nach (110) nebst einer groben Querabsonderung. Pleochroismus schwach, aber deutlich:

𝔠 grünlich
𝔟 grünlich in's Gelbliche
𝔞 fast farblos mit einer gelblichen Nuance.

Absorbtion 𝔠 = 𝔟 > 𝔞; Interferenzfarben hoch: grün roth blau II-ter u. III-ter Ordnung und die Farbentönung hat etwas seidenartig Glänzendes. Differenz $\alpha - \gamma = 0.025$; Auslöschung bis 14°. *Interpositionen:* zahlreiche, flache, runde und ovale, wurmartige, farblose bald anisotrope, bald anscheinend isotrope Einschlüsse, die an bläschenfreie Poren erinnern; leer können sie nicht sein, denn ihre Ränder sind äusserst schmal abschattirt; einige derselben scheinen mit Quarz, und vielleicht Muskovit, andere ganz mit einer Flüssigkeit angefüllt zu sein. Dieselben Einschlüsse gehen mitunter auch unverändert in die compakte dunkelgrüne Hornblende über.

Amphibol; compakt und äusserst frisch; regelmässige Spaltrisse nach (110), jedoch nicht so dicht, dass derselbe ein faseriges Ansehen gewinnt. Pleochroismus intensiv:

𝔠 dunkelbläulichgrün
𝔟 dunkelbräunlichgrün
𝔞 bräunlichgelb.

Absorbtion 𝔠 = 𝔟 > 𝔞; Interferenzfarben weniger hoch als beim Uralit: braun — roth — violett I-ter und II-ter Ordnung. Differenz $\alpha - \gamma = 0.021$; Auslöschung bis 15°. Umschlesst dieselben farblosen Gebilde wie Uralit: diese secundäre unterscheidet sich von der primären Hornblende hauptsächlich durch die Anwesenheit der aus dem Uralit stammenden Einschlüsse.

Chlorit und *Epidot* finden sich spärlich in Form von Schuppen und Körnern im Amphibol und Feldspath. *Muskovit* bildet zwischen Biotitlamellen spindelförmige, feinfaserige Einlagerungen oder deutlicher ausgedrückt: die spindelförmigen feinfaserigen Sericitpartien sind von gebogenen, sich den Umrissen derselben anschmiegenden Bitotfasern umgeben; in der Nähe des Muskovits nimmt der Biotit eine äusserst feinfaserige Structur an, wird etwas dunkler, und es scheiden sich darin stark lichtbrechende titanitähnliche Körnchen aus.

Der spärlich vorhandene rhombische Pyroxen ist endlich in eine schmutzigbraune verfilzt faserige Substanz umgewandelt.

Variole.

Mikroskopische Zusammensetzung:

Primäre Gemengtheile	Wesentliche	Plagioklas (t).
	Accessorische	Pyroxen (P_4). Amphibol (A_2). Biotit (M). Apatit (F_5). Erz (F_1).
Secundäre Gemengtheile		Epidot. Muskovit. Titanomorphit.

Mit Formeln würden wir dies ausdrücken:

$$\Gamma\rho - \overline{(\dot{F}_{1\cdot5}\,\dot{P}_4\,\dot{A}_2\,\dot{M})}\,\underline{\overset{m}{t}_3}.$$

In paragenetischer Beziehung ist weiter nichts zu bemerken, als dass nur die accessorischen, ganz untergeordneten Gemengtheile im Feldspath schwimmen und Eigenform besitzen.

Die Variole zerfällt in drei deutlich unterscheidbare Theile:

a) einen Kern, in welchen die Feldspathstrahlen hineinragen

b) eine aus radialen Feldspathprismen bestehende Zone

c) eine peripherische aus radialen Feldspathprismen bestehende Zone; zwischen die Feldspathstrahlen schieben sich längliche Biotit- und Hornblendepartien ein.

Kern.

Der durch die nach innen gekehrten spiessigen Endigungen der Feldspathstrahlen bedingte Raum besteht aus mehreren verschieden orientirten hypidiomorphen Feldspathindividuen, zwischen welchen hie und da Glimmer und Amphibolpartikel eingeklemmt sind oder darin schwimmen.

Plagioklas; Grosse, z. Theil, ganz klare z. Th. muskovitisirte Durchschnitte; Zwillingstreifen nach dem Albitgesetze noch deutlich erkennbar, obwohl sie stellenweise durch massenhafte Ausscheidung von Muskovitfasern etwas maskirt werden; die Auslöschungsschiefe

ist stets gross bis 32°. Vermittelst des Fedoroff'schen Isotropieaxenapparates konnte nachgewiesen werden, dass dieser Plagioklas der Bytownitreihe angehöre; Differenz $\alpha - \gamma = 0.009$. *Interpositionen:* Erzkörner, an welchen oft hellgrüne Pyroxenpartikel haften.

Biotit; Eine lamellare z. Th. in Muskovit umgewandelte, idiomorphe Partie von derselben Beschaffenheit wie im Gestein.

Amphibol; kleine wie zerzupfte Partikel.

Apatit; kleine rundliche Körner.

Erz; Körner und scharf quadratische und dreieckige Durchschnitte.

Calotten.

Die 12—14 mm. breite erste Feldspathcalotte besteht aus lauter radial angeordneten nach aussen keilförmigen nach der Klinodiagonale gestreckten, nach dem Albitgesetze polysynthetischen Zwillingstöcken, die sectorenweise bald homolog d. h. bezüglich der krystallographischen Elemente in gleichem Sinne orientirt, bald um die Klinodiagonale als Axe mehr oder weniger verwendet sind; in Folge dessen zeigen im Schliffe nur einige Keile scharfe, die übrigen aber mehr oder weniger verwaschene Zwillingsstreifungen, die ungestreiften Keile weisen Spaltrisse nach *P* (001) und einem Hemiprisma auf. Oft sind zwei, seltener mehrere Sectoren nach dem Karlsbader Gesetze verzwillingt; die Keile nehmen durch Verminderung der Zahl der hemitropen Lamellen nach innen ab und nach aussen zu (Taf. III. Fig. 29).

Die Prüfung vermittelst der Fedoroff'schen Methode ergab folgendes Resultat: die beiden optischen Axen $A'_1 \wedge A_1$ machen einen Winkel von 32° [1]). Symmetrische Maximalauslöschung zweier hemitroper Lamellen: bis 29°; Differenz $\alpha - \gamma = 0.009$.

Obgleich dieser Plagioklas ziemlich stark muskovitisirt ist, finden sich doch stellenweise recht grosse klare und frische Partien; desswegen wurden zuerst unter dem Präparirmikroskop mit grosser Sorgfalt die klarsten Partikel ausgeklaubt, sehr fein pulverisirt, das Pulver behufs Entfernung des möglicherweise vorhandenen Calcits mit Essigsäure digerirt und schliesslich mit Jodmethylen behandelt; die bei einem spec. Gewicht von 2.66 schwimmenden Antheile erwiesen sich unter d. M. ziemlich frei von Muskovit. Mit diesem Material wurden zur Kontrolle der nach der Fedoroff'schen Methode gewonnenen Daten drei Kalkbestimmungen ausgeführt: Mittel 15,56% CaO.

1) Auslöschung 21°.

Durch Interpolation der Bunsen'schen Tabelle[1]) erhalten wir für den vorliegenden Feldspath folgende procentarische Zusammensetzung:

Kieselsäure	48.75
Thonerde .	33.04
Kalk	15.56
Natron . . .	2.65
Summa .	100.00

Woraus folgt:

Albit	22.45
Anorthit . .	77.55
Summa .	100.00

Das optische Verhalten sowie der CaO-Gehalt weisen diesem Feldspath einen Platz in der Bytownitreihe an. Aus den angeführten zwei Beispielen sehen wir, dass zur absoluten Sicherheit einer Bestimmung nach der Fedoroff'schen Methode nur eine einzige quantitativ-chemische Kontroll-Bestimmung genüge, so dass die Vorzüglichkeit derselben nach meiner Ansicht keines weiteren Commentars bedarf.

Im essigsauren Auszug waren 0.35% Ca O enthalten:

Amphibol; hellgrüne, unter 15° auslöschende Säulchen und seltener um und um nach (100) (010) (110) (111) (001) (011) ausgebildete Krystalle.

Pyroxen; spärliche gelbliche Körner.

Erz; Körner und Krystalle, die oft von einem grünen Chloritrand umgeben sind.

Biotit; Schuppen sowie zierliche Hexagone.

Zersetzungsprodukte: Die haarfeinen Muskovitfasern bilden in den Feldspathsektoren radiale Büschel oder ein verworrenes Gewebe; genau dasselbe Bild gewähren die in den Gesteins-Plagioklasen (Labradoriten) vorkommenden Resorbtionsreste eines älteren Plagioklases (wahrscheinlich ebenfalls Bytownit).

Peripherische Zone; dieselbe kommt in der Weise zu Stande, dass einige der Plagioklasstrahlen um 2—3 mm. über den eigentlichen Rand der Variole in die Gesteinsmasse hineinragen, und die so gebildeten Zwischenräume mit Amphibol, Biotit und Labradorit ausgefüllt werden.

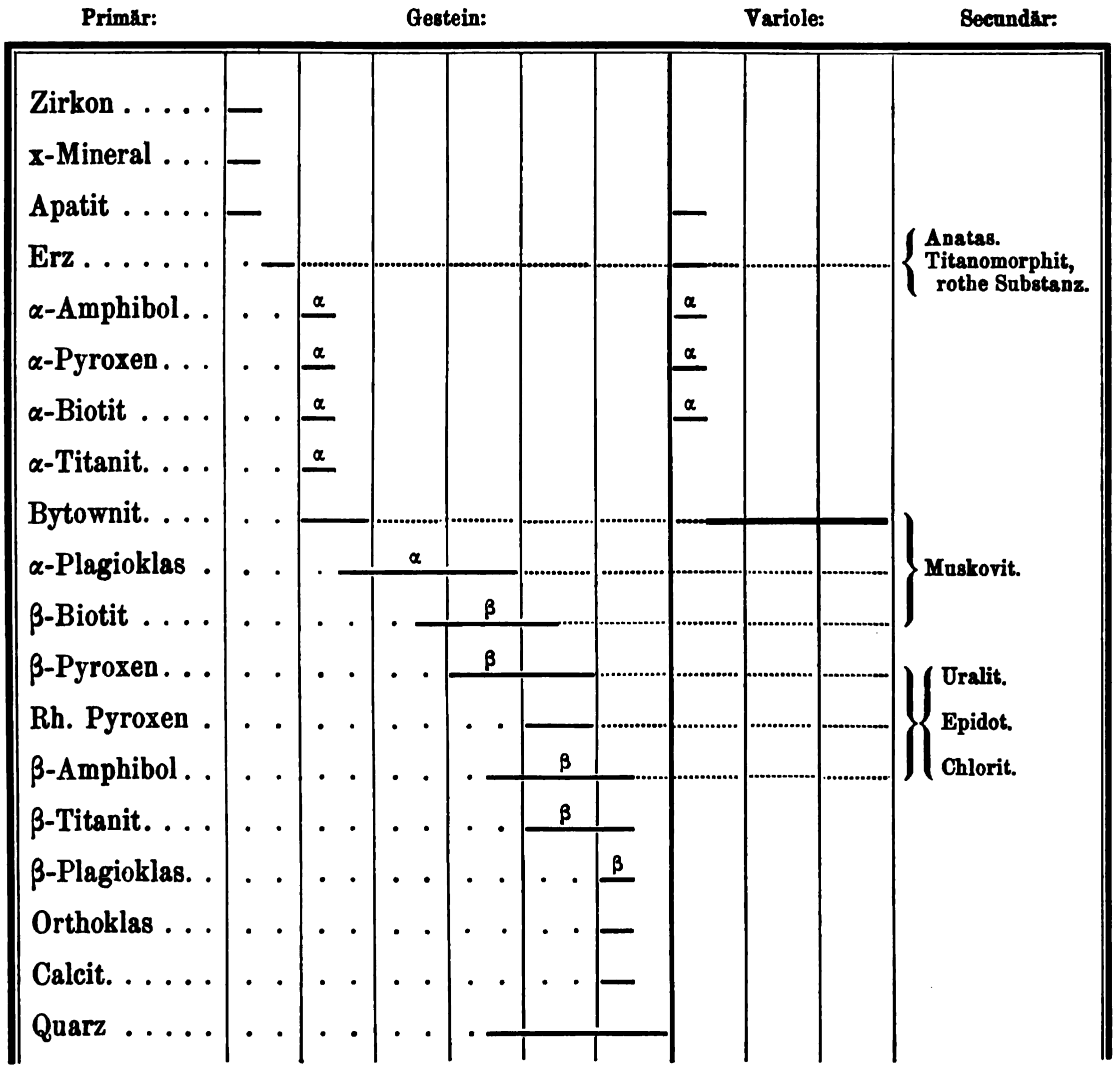
---

1) Bunsen, Berechnung gemischter Feldspathe; Ann. d. Chemie u. Pharm. 1868. Suppl. Band, p. 188 sq.

Zusammenstellung des mikroskopischen Bestandes aller Theile des Gesteins.

		Noritgneiss.	Variole.
Primäre Gemengtheile. . .	Wesentliche . .	Labradorit	—
		Hornblende	—
		Biotit	Bytownit
		Quarz	—
		Titaneisen	—
	Accessorische. .	Orthoklas	—
		Angit	Angit
		Farbl. Amphibol	Hornblende
		Rhomb. Pyroxen	Biotit
		Titanit	Apatit
		Calcit	Erz
		Magnetit	—
		Apatit	—
		Zirkon	—
		x-Mineral	—
Secundäre Gemengtheile.		Titanomorphit	Titanomorphit
		Muskovit	Muskovit
		Uralit	Epidot
		Epidot, Chlorit	Chlorit.

Zusammenstellung der paragenetischen Verhältnisse:



In Bezug auf die Genesis und Herkunft dieser einzelnen Variole ist Folgendes zu bemerken:

I. Die Summe der Beobachtungen weist darauf hin, dass die Variole der Resorbtionsrest eines holokrystallinen makrovariolithischen Gesteins, wahrscheinlich eines Corsits, sei.

II. Der Kern der Variole gehört demselben basischen Feldspath, der als Einschluss in den Plagioklasen (Labradoriten) des Noritgneisses vorkommt, an.

III. Die in den Labradoriten des Noritgneisses eingeschlossenen Bytownitpartien sind wahrscheinlich die letzten Ueberbleisel des Bindemittels zwischen den Variolen sowie der Kerne der Variolen des Corsits.

Räthselhaft erscheint es aber immerhin, *dass nur ein einziges* Sphäroid erhalten geblieben sein sollte; Prof. Nathorst hat nur diese eine Variole auf einer grossen von Gletschern glattgescheuerten und polierten Gesteinsplatte entdeckt; durch ihre helle Farbe hebt sie sich vom fast schwarzen Muttergestein besonders grell ab, und wären noch andere solche Gebilde dort vorhanden gewesen, so unterliegt es keinem Zweifel, dass sie Prof. Nathorst hätte erblicken müssen; daher scheint mir nur noch die Annahme zulässig, dass vielleicht in vertikaler Richtung d. h. in der Tiefe (oder nach oben d. h. in dem abgetragenen Theil) der Gesteinsplatte noch mehr solche Sphäroide vorhanden gewesen sein dürften und dass sie im Gesteine eine Gruppe bilden, deren Anfang oder umgekehrt untere Grenze eben diese Variole repräsentirt.

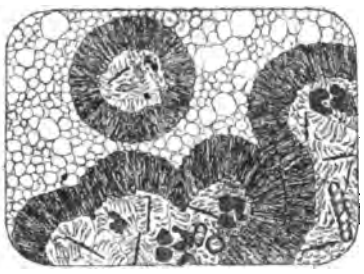
Variolithischer Quarzdiorit, Svartdal, Norwegen.

Obgleich dieses Vorkommen bereits früher von Herrn Prof. J. H. L. Vogt in Kristiania trefflich beschrieben [1]) worden ist, schien mir eine Besprechung einiger daselbst nicht berührter Verhältnisse an dieser Stellle geboten zu sein.

---

1) J. H. L. Vogt, Norske ertsforekomster (anden raekke) p. 86: «Den i den tidligere omtalte lille knause mellem Bleka og Barstad gruber optraedende Kuglekvartsdiorit fører nøjagtig de samme mineraler som den almindelige i feltet herskende diorit, men anordningen er højst forskjellig. Vi skal først, under henvisning til tegningen (Fig. VIII; die körnige Grundmasse ist hier in

Fig. VIII.



grösserem Maassstabe als die Variolen dargestellt), levere en makroskopisk beskrivelse af den ganske interessante bergart. — Kjaernen af de forskjellige Kugler er graa, nogenlunde grovkornig og bestaar efter bestemmelse for blotte øje, fornemmelig af feldspath med en del titanjern og lidt hornblende m. m.; skallen synes naesten udelukkende at vaere sammensat af tynde, straalsten-lignende hornblende krystaller, med laengderetning (c-axe) i radiel-stilling i forhold til Skal-fladen; — og mellem-partierne mellem kuglerne (feldspath-kjaernen med hornblendeskallen) er finkornig, lys graarød og bestaaende af smaa kvartskorn, opblandet med lidt lidt hornblende (Mellempartierne giver gnist for staal, de øvrige dele derimod ikke). Graenseerne mellem hornblendeskallen mod feldspath-kjaernen paa den ene side og mod kvartsmellemmassen paa den anden er paafaldende skarpe; overgangszonerne er oftest i højden ca 0 s — 0.5 mm. brede; alligevel falder de enkelte kugler og skal ved slag ikke paa langt naer saa let ud fra hinanden, som tilfaeldet er med f. ex. kuglegabbroen fra Romsaas, Askim. Paa mange steder støder de koncentriske masser i Svartdals-bergarten i den grad klods ind mod hinanden, at feldspath-kjaernen i den ene kugle gaar direkte over i den i den naerliggende uden adskillende hornblendeskal og kvartsmellemmasse (se herom den nedre del af Fig. VIII)—Diameteren af kuglernes kjaerneparti varierer i alm. mellem ca. 15 og 25 mm.; hornblendeskallen er temmelig konstant 4—6 mm. tyk, og kvartsmellemasserne endelig kan vaere højst vekslende med hensyn til størrelse; snart er de ganske smaa, snart svulmer de op, saa man kan slaa haandstykker, kun bestaaende af kvartsmasse. Af de her meddelte dimensions—angivelser fremgaar, at den foreliggende bergart viser en ganske grovslagen kuglestruktur: størrelsen af de enkelte kugler er vistnok adskillig mindre end den, som karakteriserer f. ex. *Klotdioriten* (eller vel rettere, som Eichstädt fremholder, klot-eller kuglegraniten) fra Slättmossa, Kalmar, men kuglerne kan dog naesten maale sig med den i. f. ex. kugledioriten fra Corsica eller kuglegabbroen fraa Romsaas. Forøvrigt maa vi gjøre opmaerksom paa, at Svartdals-bergarten paa langt naer ikke er saa vakker som de tre sidst opregnede.

Efter denne indledning skal vi gaa over til det mikroskopiske studium. — Den allerstørste del af kjaernpartiet bestaar af feldspath (mest plagioklas), i meget fin, skriftgranitmaessig sammenvoxning med kvarts; de to slags mineraler synes her aldrig at optraede i isolerede individer, men altid sammen. Videre traeffer vi et par procent hornblende og biotit samt ganske paafaldende meget apatit, i store krystaller, og sort erts (titanjern med magnetjern?); om det sidste forhold, se senere.

Ein grosser Dünnschliff (cf. Taf. I) dieses interessanten Vorkommens lässt makroskopisch folgende Verhältnisse erkennen: zunächst fallen abgerundet gelappte, wie gewisse Porphyrquarze mit Einschnürungen und buchtenförmigen Einschnitten versehene Knauern; die farblose Grundmasse derselben zeigt schon unter der Loupe eine fein mikropegmatische Structur und umschliesst etwas Hornblende, Biotit, zahlreiche grössere metallglänzende Erzpartien und Leisten, endlich gedrungen dicke sowie bis zu 3 ctm. lange oft wurmartig

---

Under mikroskopet viser det sig, at det, som vi har benaevnt *hornblendeskallen* kun fører ca. 60% hornblende (den grønblaa varietet, de mest temelig tynde og fillede individer med laengderetning normalt paa kuglens overflade, normalt paa af kjølingsfladen); resten er fornemmelig kvarts, hvortil slutter sig noget biotit, spor af feldspath samt lidt af de accessoriske mineraler.

I mellempartierne endelig udgjør kvarts (i middels store individer, som optraeder i jaevn kornig blanding) ca. 95% af den hele masse; desuden iagtages lidt biotit, hornblende, svage spor af plagioklas og muligens ogsaa af orthoklas og mikroklin.

Allerede for blotte øje laegger man maerke til, at den allerstørste del af den sorte erts er koncentreret inde i kuglernes kjaerneparti; det samme gjaelder ogsaa, in følge undersøgelse under mikroskopet, med det vigtigste af de øvrige, tidlig udkrystalliserede, saakalde «accessoriske» mineraler, nemlig apatiten. Inde i kvarts-mellempartierne har jeg forgjaeves søgt efter en eneste apatitkrystal; i hornblendeskallen traeffer vi en del, som end ikke mange, men først inde i feldspath-kjaernen finder vi dem rigtig for alvor. De er dog her ikke jaevnt fordelte over det hele felt i kuglen, men holder sig fortrinsvis till de periferiske dele, lige indenfor hornblende-skallen; i enkete synsfelt her kan endog ca. 25 — 30% af det hele bestaa af apatit i meget store krystaler. Jaevnlig har den sorte erts og apatiten grupperet sig sammen til naesten rene «Ausscheidungen» hvor de to mineraler kun er opblandet med ganske lidet feldspath (og kvarts). De sidst gjengivne iagttagelser er meget litte af forklare, idet vi erindrer, at ifølge sagens natur maa kjaernepartierne i bergarten have konstitueret sig før de øvrige dele: de paa tidligt stadium udsondrede og først frit i magmaen omkring — svømmende krystaller af apatit og erts faldt ned eller faestede sig paa de klumper eller kugler, som gradvis sondrede sig ud fra flydende til fast form, og blev saaledes indballede i kjaernepartierne, navnlig i disses ydre dele. Det foreliggende faenomen godtgjør, at der maa have fundet sted en vis bevaegelighed i massen, medens krystallisationsprocesserne stod paa.

De tre dele, hvoraf vor kugle-kvartsdiorit konstitueres, repraesenteres, naar vi opregner i den kronologiske orden, af silikatmineralerne feldspath, hornblende og kvarts; heraf maa man dog ikke uden videre slutte, at først har den hele feldspathmaengde krystalliseret ud, paa det naeste trin den hele hornblendemaengde og saa tilslut den hele kvartsmaengde.

Som allerede paapeget, bestaar nemlig de konstituerende bergartled ikke kun af et enkelt af de tre mineraler, men indeholder ved siden af hovedbestanddelen altid lidt af de to øvrige silikater. — Kjaernepartiet bestaar saaledes af feldspath med en del kvarts i skriftgranitmaessig sammenvoxning; feldspathen og kvartsen maa her have krystalliseret ud samtidig; i den naeste zone (hornblende-skallen) traeffes vi fremdeles en del kvarts; dannelsen af dette mineral fortsatte ogsaa i den her foreliggende periode, — men først i den tredie periode gik udsondringen af kvartsen for sig rigtig for alvor. Aldeles omvendt stiller det sig med feldspathen; den allerstørste del dannedes i den første periode, kun ganske lidet i den anden og kun svage spor i den tredie. Hornblenden staar paa mellemstadiet; kun lidet konstitueredes i den første periode, den aldeles overvejende del krystalliserede ud i den anden, medens man i den tredie kun fik nogle smaa restprodukter. — Biotiten udsondredes i det hele og store nogenlunde samtidig med hornblenden, om end ikke hovedmassen i den grad er koncentreret i den anden zone, som tilfaeldet er med det naevnte mineral.

Som det endelige resultat erholder vi, at krystallisationen gik for sig paa følgende maade: først udsondredes hovedmassen af feldspath, videre ertsen og apatiten, en del af kvartsen og lidt hornblende (og biotit), — saa kom hovedmassen af hornblenden (og biotiten) med en del kvarts og lidt feldspath, — og tilslut hovedmassen af kvartsen med lidt hornblende og spor af feldspath. — Havde graenserne inden krystallisations-serien vaeret aldeles skarpe, saa maatte vi ogsaa i den normale, kornige, bergart have kunnet paavise en bestemt, pointeret raekkefølge, — noget, som dog ikke er tilfaelde.

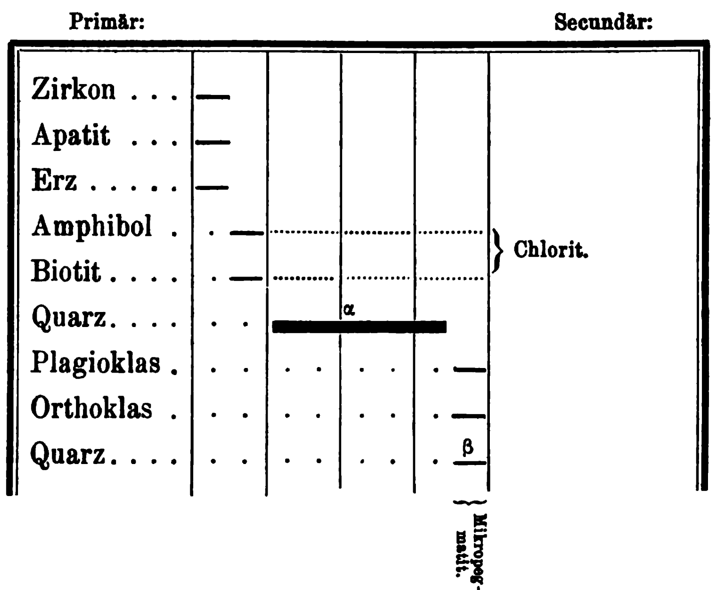
Tilslut vil vi gjøre opmaerksom paa, at krystallisations-ordenera hos kugle-kvartsdioriten fra Svartdal i temmelig vaesentlig grad afviger fra dem, som gjørde sig gjaeldende hos de tre tidligere naevnte, grovkornige kugle-bergarter (fra Romsaas, Corsika og Slättmossa) cfr. herom nøjere ved sammenligning med de allerede citerede detailbeskrivelser».

gewundene Apatite. Kränze oder vielmehr 5—7 mm. breite Bänder, die aus subparallelen Hornblendenadeln bestehen, umfliessen allseitig diese Knauern. Diese variolenartigen Gebilde liegen in einer fein zuckerkörnigen, hellgrauen, fleckenweise dunklereren Grundmasse, die wesentlich aus glasigen Quarzkörnern mit wenig Hornblende und Biotit zusammengesetzt ist.

Mikroskopische Zusammensetzung der Grundmasse.

		Hauptmasse.	In der Nähe der Variolen.
Primäre Gemengtheile . .	Wesentliche . .	Quarz	Quarz Orthoklas Plagioklas Mikropegmatit
	Accessorische .	Othoklas Plagioklas Mikropegmatit Amphibol Biotit Erz Apatit Zirkon	Amphibol Biotit Erz Apatit Zirkon
Secundäre Gemengtheile		Chlorit	Chlorit.

Die Paragenesis wird durch folgende Tabelle illustrirt:



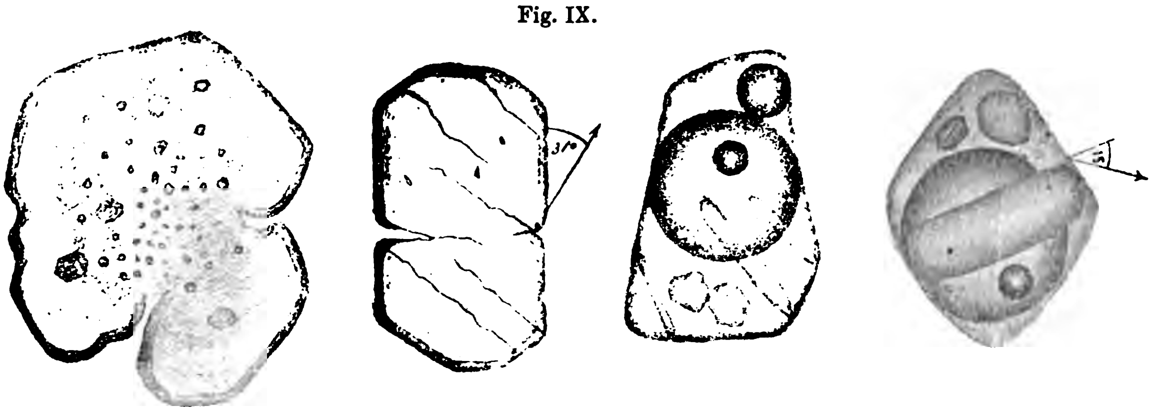
Demnach also mit Formeln:

$$\Gamma \underset{\gamma}{\alpha} - \overline{[(F_{\ddot{1}\cdot\ddot{2}\cdot\ddot{5}\cdot\ddot{6}})(\dot{A}_2 \dot{M})]}\, q + \overbrace{\underline{[\dot{t} + \dot{a}_1 + \dot{q}]}}^{\gamma}.$$

Der Mikropegmatit der Variolenkerne diffundirt gleichsam in die aus radial (subparallel) gestellten Amphibolprismen bestehenden Zonen in die zuckerkörnige Quarzgrundmasse hinein. In der Nähe der Variolen haben wir daher folgendes Bild: idiomorphe, gerundet gelappte und ausgefranste sowie offenbar mit Krystallelementen ausgestattete Quarzdurchschnitte, die in einer allotriomorphen aus Mikropegmatit, Plagioklas und Quarz zusammengesetzten Zwischenmasse eingebettet liegen. Mit der Entfernung von den Variolen nimmt dieselbe immer mehr ab, bis sich die Quarze fast unmittelbar berühren und nur in den kleinsten Fugen und Ecken zwischen denselben noch etwas Zwischenmasse eingeklemmt erscheint. (Taf. III. Fig. 30,31).

Quarz. Bildet gerundet idiomorphe, fast isometrische Durchschnitte: ihre vielfach eingeschnürten, gelappten und festonartig ausgefransten Formen erinnern unwillkürlich an gewisse mehr oder weniger corrodirte Porphyrquarze. Bald berühren sie sich unmittelbar und greifen zackig ineinander, bald steckt zwischen ihnen Mikropegmatit, allotriomorpher Quarz oder Feldspath. Die meisten Durchschnitte zeigen einen gelblich getrübten Kern oder einen den Umrissen parallelen mehr weniger breiten Streifen, d. h. klare Ränder und einen gelblich getrübten Kern oder auch klare schmale Ränder, eine gelblich getrübte Zone und einen klaren Kern (Fig. IX a). Bei 800-fachen Vergrösserung ist es leicht zu erkennen, dass

Fig. IX.



a. *b.* *c.* *d.*

diese farbige Trübung von unendlich feinen hellgelben Nädelchen (0.001 mm. dick, 0.01 mm. lang) herrührt, die meist büscherlgarbenartig radial gestellt erscheinen (Fig. IX a). Homogen aussehende Durchschnitte zerfallen im polarisirten Lichte oft in unregelmässig zackig ineinandergreifende Partien, die offenbar links und rechts drehenden Individuen angehören.

Interpositionen: runde, ovale sowie hexagonale Täfelchen von Biotit; blassgrünliche tropfenartige Gebilde; scharfe Erzkryställchen; besonders interessant sind die ziemlich häufigen Apatitnadeln, die oft bei einer Dicke von 0.008 mm. eine Länge von mehr als 3.00 mm.

erreichen; sie sind selten gerade, meist gekrümmt, mitunter wurmartig gewunden und in viele kurze Stücke zerbrochen. Erwähnung verdienen noch merkwürdige, mit Flüssigkeitseinschlüssen combinirte Glasporen, ähnlich wie sie in den Leucitkrystallen der Laven von Capo di Bove bei Rom und der Solfatara bei Neapel, ferner auch noch in den Leuciten des Gesteins vom Burgberg bei Rieden, unfern des Laacher See's beobachtet worden sind[1]).

Farblose unregelmässige sowie gerundet hexagonale Glaseinschlüsse (deren äussere Contouren sehr schmal abschattirt sind) enthalten einen grossen Hohlraum in sich, in dem man noch ein winziges Bläschen gewahrt, welches sich fortwährend in freiwilliger, bald zitternder bald wackelnder, bald tanzender Bewegung befindet. Wir haben es somit mit Glaseinschlüssen zu thun, welche an der Stelle des Bläschen's eine Flüssigkeit besitzen, die durch eine mobile Libelle charakterisirt ist (Fig IX cd). In einigen derselben befindet sich in unmittelbarer Berührung mit dem mit Flüssigkeit erfüllten Hohlraume ein anderer Hohlraum, ein Umstand, der die glasige d. h. feste Natur der äusseren farblosen Zone zur Genüge beweist (Fig. IX c). Ausserdem beherbergen diese Einschlüsse sehr oft farblose, an den Enden gerundete Säulchen, die schief zur Längsaxe auslöschen, Körner sowie endlich scharfe Kryställchen, an denen man deutlich etwa (111)(110)(100) zu erkennen vermag und welche offenbar Zirkon sind.— Farblose bis blassgrünliche acht- oder sechseckige Täfelchen, die schief zur Längsaxe auslöschen und eine starke Doppelbrechung (Maximaldifferenz $\alpha - \gamma = 0.026$; Fig. IX b) besitzen.

α-Orthoklas; sehr spärliche rundliche Durchschnitte; ganz frisch und wasserhell; umschliesst Apatitnadeln sowie allerlei Poren.

Zwischenmasse; besonders reichlich in der Nähe der Variolen, sehr spärlich weiter davon ab befindet sich zwischen den Quarzen mehr weniger einer aus homogen-klaren Quarz, Plagioklas und Mikropegmatit bestehender Zwischenmasse, worin sich stellenweise Biotitschuppen und Amphibolprismen anhäufen, so dass die Quarze von geschlossenen oder halbgeschlossenen Biotitamphibolguirlanden umgeben erscheinen. Diese Stellen heben sich von der hellen Grundmasse als dunkle Wolken grell ab.

Biotit; Unregelmässige Schuppen, Blättchen, Fetzen, seltener Hexagone; die hauchdünnen im Quarz schwebenden Täfelchen sind bräunlichgelb und infolge der grossen Dünne schwach pleochroitisch; dagegen zeigt der Biotit der Zwischenmasse einen sehr kräftigen Pleochroismus:

$\mathfrak{c}$ fast schwarz
$\mathfrak{b}$ dunkelgrünbraun
$\mathfrak{a}$ bräunlichgelb

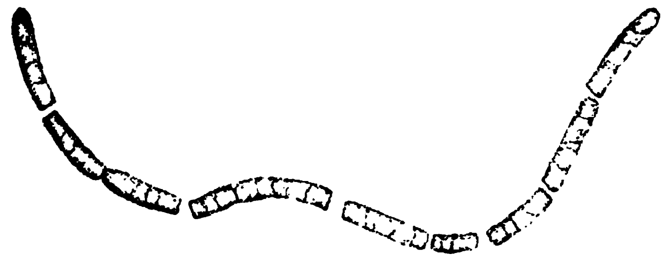
Absorbtion: $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$; Maximaldifferenz $\alpha - \gamma = 0.035$.

Amphibol; im Quarze: an den Enden gerundete Prismen; in der Zwischenmasse: unregelmässige, gefaserte Partien und hie und da scharfe, zierlich um und um ausgebildete Kryställchen nach (110) (010) (100) und einem terminalen Flächenpaare, wahrscheinlich (011). Das optische Verhalten und sonstige Eigenschaften sollen weiter unten besprochen werden.

1) Cf. Zirkel, Mikr. Beschaff. d. Min. u Gest. Leipzig 1873, p. 76.

Apatit; im Quarze: dünne bis 0.05 mm. lange und 0.01 mm. dicke Nadeln; in der Zwischenmasse: 1.5 mm. lange und nur 0.005 mm. dicke Nadeln, die mannigfaltig gebogen und in viele Stücke zerbrochen sind; längere Stücke zeigen mitunter eine bruchlose Maximalbiegung von 25°: gewöhnlich reihen sich kurze und längere gebogene Stücke aneinander und bilden schlangenwurm-artige Gebilde wie z. B. Fig. X.

Fig. X.



Zirkon; Scharfe, blassgelbliche Kryställchen nach (111) (110) (100); sämmtliche Krystalle zeigen fast dieselbe charakteristische Verzerrung: tafelförmig nach (100) während (110) und (111) sehr untergeordnet auftreten, so dass sie wie mehr oder weniger regelmässig achteckige Täfelchen aussehen; keine Spur von Zonarstructur. *Interpositionen*: kleine Hohlräume sowie allerlei opake Partikel. Dimensionen: Grösster Krystall: 0.163 mm. lang, 0.085 mm. breit, 0.022 mm. dick; durchschnittlich: 0.075 mm. lang, 0.031 mm. breit, 0.012 mm. dick.

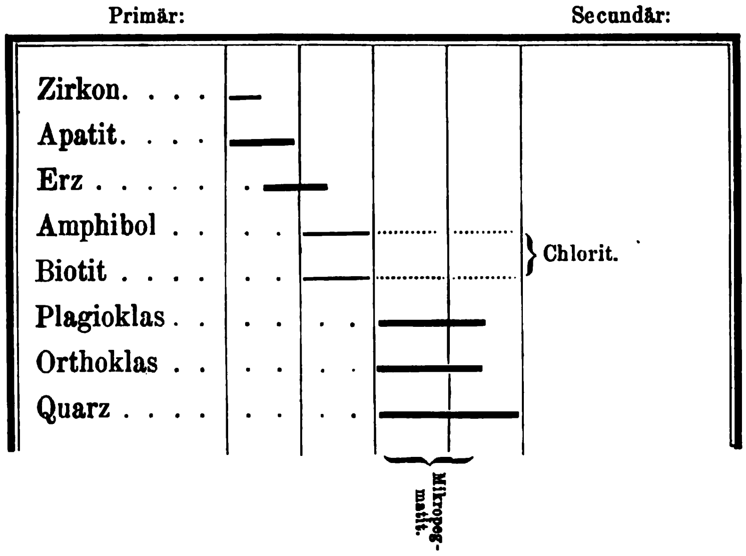
Kerne.

Die von Hornblendeschaalen umgebenen Knauern besitzten das Aussehen grosse corrodirter Porphyrquarze; schon unter einer Loupe erkennt man, dass die Grundmasse derselben mikropegmatitisch struirt ist. Mit blossem Auge sind darin ferner identificirbar: namentlich in der Nähe der Ränder, grössere Erzmassen; im Innern, opake Erzleisten, Hornblende-partikel und Säulchen sowie bis 2.5 mm. lange, meist nur 0.5 mm. dicke, schlangenartig gewundene Apatite.

Mikroskopische Zusammensetzung der Variolenkerne.

Primäre Gemengtheile...	Wesentliche ..	Orthoklas (a_1).
		Plagioklas (t).
		Quarz (q).
		Erz ($F_{1\cdot 2}$).
		Apatit (F_5).
	Accessorische .	Hornblende $(A)_2$.
		Biotit (M).
		Titanit (F_7).
		Zirkon (F_6).
Secundäre Gemengtheile		Chlorit.

Die paragenetischen Verhältnisse gestalten sich folgendermaassen:



Dies mit Formeln:

$$\Gamma\gamma - \overline{[(F_{1\cdot 2\cdot \dot{\dot{5}}\cdot \dot{\dot{6}}\cdot \dot{\dot{7}}}) + (\dot{M} F_5 \dot{A}_2)]} + \underline{\overbrace{[t + a_1 + q]}^{\gamma} \dot{q}}.$$

Plagioklas; grosse unregelmässige, meist längliche, selten homogene, grösstentheils mikropegmatitisch von Quarz durchwachsene Individuen; Zwillingsstreifung nach dem Albitgesetze, seltener auch periklingitter. Urtheilt man nach der Auslöschung, so scheinen mehrere Plagioklasmischungen vorhanden zu sein. Die gemessenen symmetrischen Auslöschungsschiefen (gegen die Zwillingsnaht) lassen sich folgendermassen gruppiren:

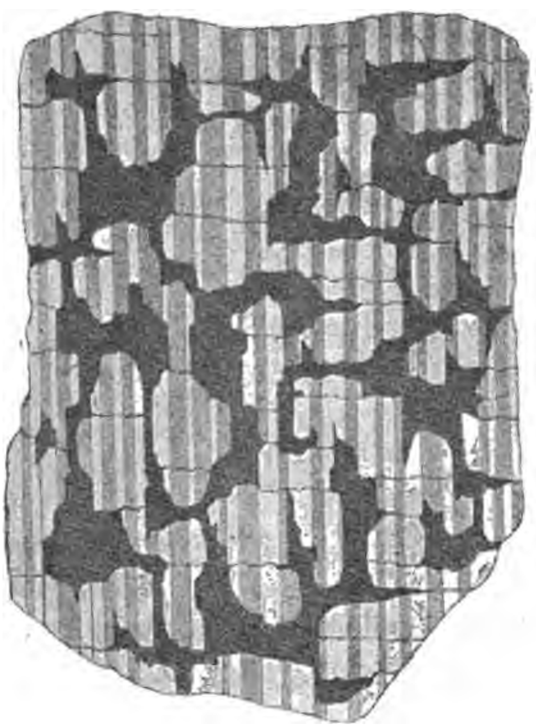
I — 10, 11, 12, 11, 10, 12, 9, 13, 11, 10; Mittel = 10.9

II — 23, 22, 20, 21, 23, 21, 19, 22, 20; Mittel = 20.1.

In einem Falle wurde vermittelst der Fedoroff'schen Methode der Winkel der optischen Axen ($A_1 \wedge A'_1$) in zwei hemitropen Lamellen im parallel polarisirten Lichte zu 34° (O=22°) gemessen, ein Werth, welcher auf eine Mischung von 30% Ab und 70% An d. h. $Ab_3 An_7$ hindeuten würde. Es scheint daher, dass sich am Aufbau der Kerne zum mindestens drei, 2 der Labradoritreihe und einer der Bytownitreihe angehörenden Plagioklase betheiligen. Immerhin ist es aber sehr schwer, in dem sehr fein struirten Mikropegmatit Stellen herauszusuchen, welche die nöthigen symmetrisch auslöschenden hemitropen Lamellen aufweisen. Ungestreifte, d. h. M (010) entsprechende Schnitte weisen nur selten deutliche Spaltrisse auf, so dass man ihre Auslöschung nicht wohl zu messen vermag. Maximaldifferenz $\gamma - \alpha = 0.0076$. In seiner Masse ist der Plagioklas wasserklar, völlig glasig-frisch und umschliesst unregelmässige Glimmerblättchen, blassgrünliche Amphibolsäulchen, Erz, Zirkon, eigenthümliche farblose, wie geflossene Partikel und selten winzige leere und fluidale Poren.

Orthoklas; der monokline Feldspath ist genau ebenso mikropegmatitisch von Quarz durchwachsen wie der Plagioklas und ebenso frisch; bildet unregelmässige Felder. Stellenweise ist eine Art Mikroperthitstructur zu bemerken, die aber mit der Zwillingslamellirung des Plagioklases keinerlei Aehnlichkeit aufweist; erwähnungswerth ist eine hier öfters vorkommende Verwachsungsart von Plagioklas mit Orthoklas [1]); Fig. XI stellt einen derartigen Durchschnitt dar: die dunkel schattirten einerseits durch die Zwillingsstreifen des Plagioklases begrenzten und in einer dazu senkrechten Richtung gestreckten Orthoklaspartien löschen dann aus, wenn einer der Ocularfäden mit der Lamellenrichtung zusammenfällt; der Durchschnitt entspricht somit nahezu P (001). Die hellen Plagioklaslamellen löschen unter 11° nach rechts, die dunklen dagegen unter 9° nach links aus. Auf den ersten Blick hin ist man geneigt zu glauben, dass hier ein intensiv corrodirter und durchbrochener (Lösungsräume) später mit Orthoklas durchdrungener Plagioklas vorliege. Bei einiger Aufmerksamkeit aber erkennen wir, dass eine derartige Deutung in diesem Falle nicht zulässig sei; wäre nämlich ein ursprünglich homogenes Plagioklasindividuum corrodirt worden, so würden die hemitropen Lamellen hüben und drüben Fortsetzungen und die Orthoklaspartien einfach Ausschnitten entsprechen; hingegen besitzen, die theilweise, mitunter sogar anscheinend ganz von Orthoklas umgegebenen Plagioklascomplexe eigene Zwillingsstreifungen. Alle diese partielle Streifungen pflegen untereinander parallel zu sein und in gleichem Sinne unter gleichen Winkeln auszulöschen. Es müssen daher derartige Individuen als primäre Ausscheidungen angesprochen werden; es ist übrigens leicht zu denken, dass sich in einem wachsenden Feldspathkrystall hier Kalifeldspathmolekule dort Kalknatron-Feldspathmolekule vorzugsweise angesammelt haben, besonders wenn, wie hier, beide Feldspathe gleichzeitig zur Individualisation gelangt sind.

Fig. XI.



Quarz; bildet jenen für Schriftgranit charakteristischen gestreckten Körper, die dreieckige, hebräischen Buchstaben ähnlichen aber auch unregelmässig schmitzenförmige Durch-

1) Lamellare zwillingsartige Verwachsungen von Orthoklas und Plagioklas wurden bereits von G. W. Hawes beschrieben; cf. G. W. Hawes, Mineralogy and Lithology of New Hampshire, vol. III, part. IV, pp. 101 and 194, Plate V, 6 (1879).

schnitte aufweisen; häufig sinken die Quarzindividuen zu unendlich feinen, wellig gebogenen, gewundenen Fäserchen herab und stellen in der Feldspathmasse eine Art Gewebe dar. Dieser Quarz ist im Gegensatz zu dem körnigen der Zwischenmasse äusserst arm an Einschlüssen; es kommen darin nur ganz vereinzelte winzig leere und fluidale Paren vor [1]).

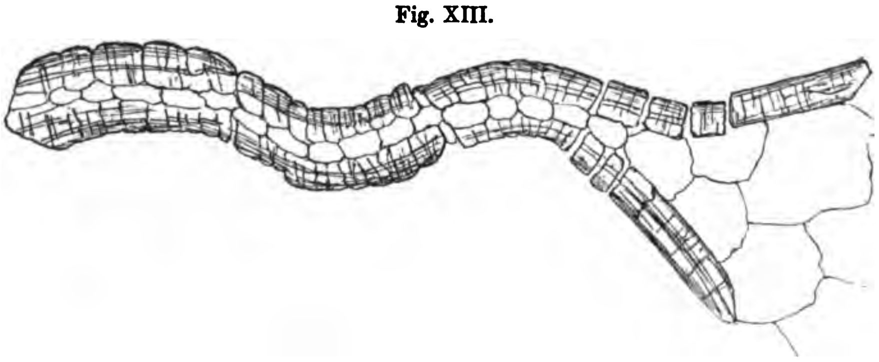
Hornblende und Biotit; besitzen dieselben Eigenschaften wie in den weiter unten beschriebenen Amphibolzonen.

Apatit; reichlich; dreierlei Formen: I — grosse gedrungene Säulchen mit pyramidalen Zuspitzungen nebst den dazu gehörenden häufig scharf hexagonalen, aber auch rundlichen Querschnitten; bis 1.5 mm. lang und 0.5 mm. dick. Einige derselben bestehen aus einer äusseren dünnen Schaale, und einem den Umrissen conformen Mikropegmatitkern (Fig. XII). II — lange z. Th. fadenartig schlanke Nadeln, die oft bei einer Länge von 2.00 mm. nur etwa 0.008 mm. dick sind; dieselben zeigen die mannigfaltigsten mechanischen Deformationen, wie Biegungen, Knickungen etc.; es finden sich darunter fast kreisförmig gebogene, sich schlangenartig hin und her windende (Fig. X) Individuen; bei steilen Biegungen findet stets ein Zerbrechen in viele kurze Glieder statt, doch zeigen mitunter längere Stücke eine bruchlose Biegung bis zu 25°. III — dicke, d. h. bis 2.5 Ctm. lange und 2.00 mm. dicke, wurmartig gewundene Säulen, die ebenfalls in ganz kurze Fragmente aufgelöst sind, manchmal sogar gabelig gespalten erscheinen (Fig. XIII). Die grösseren Apatite umschliessen grosse, runde, farblose Gebilde, die mitunter Biotitfetzen enthalten und vielleicht ebenfalls Quarzeinschlüsse sein mögen.

Fig. XII.



Fig. XIII.

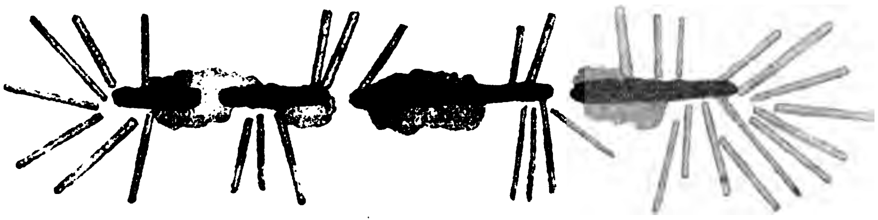


Erz; sehr reichlich; zweierlei Formen: I — grosse, unregelmässige, durchbrochene, sehr schwer von Säuren angreifbare Massen; mit H_2O_2 konnte darin Titan nachgeweisen werden; meist sind dieselben mit dicken, gedrungenen Apatitkrystallen ver-und durchwachsen; es schaaren sich ferner gerne um dieselben Amphibol und Biotit, so dass es den Anschein

1) Es finden sich hier ebenfalls alle diejenigen Mikropegmatitstructuren, die ich aus dem Gestein von Walamo beschrieben habe (cf. von Chrustschoff, Ueber das Gestein der Insel Walamo im Ladogasee, Geolog. Fören. i Stockholm Förhandl. Band XIII 1891; p. 156).

hat, als ob diese eisenhaltigen Silicate von den Erzmassen angenzogen worden seien. II — schmale, meist in mehrere Stücke zerbrochene Leisten; sie sind ebenfalls von Amphibolnadeln und Biotitpartikeln dicht besetzt und man kann sich mitunter des Eindrucks kaum

Fig. XIV [1]).



erwehren, dass die Leistchen als polare Magnete gewirkt haben. Fig. XIV illustrit eine derartige Association besonders deutlich; wir sehen hier in höchst instructiver Weise, wie die Hornblendesäulchen namentlich den beiden äussersten Polen zustreben, während auch die Extremitäten der einzelnen Bruchstücke eine etwas schwächere Attraction auszuüben scheinen.

Titanit; sehr spärliche gerundene Körner.

Zirkon; derselbe Typus wie in der Grundmasse.

Calotten.

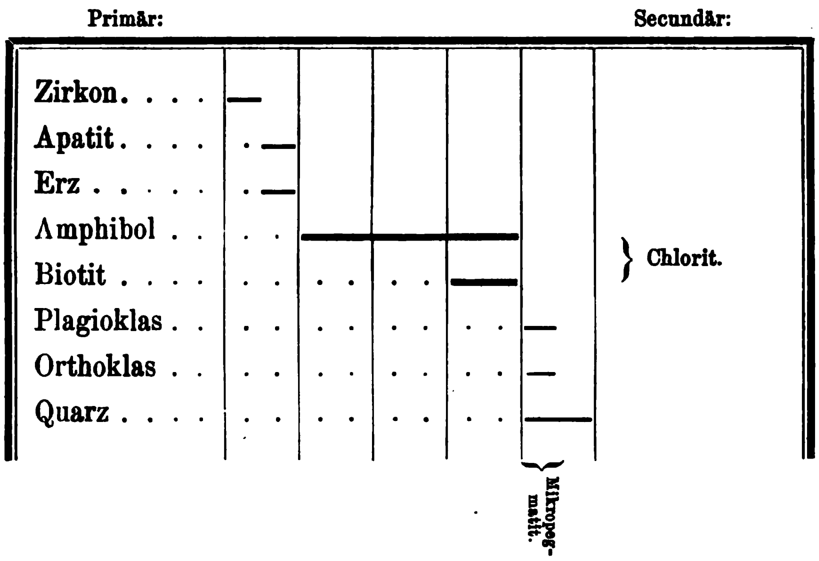
Die Hornblendezonen (cf. Taf. I) bestehen wesentlich aus auf den Umrissen der feldspathreichen Knauern beiläufig radial stehenden prismatischen Amphibolindividuen und einer untergeordneten, bald aus Mikropegmatit allein, bald aus Quarz-Feldspath und Quarzkörnern zusammengesetzten Zwischenmasse.

Mikroskopische Zusammensetzung der Amphibol-Calotten.

Primäre Gemengtheile . .	Wesentliche . .	Amphibol (A_2).
		Biotit (M).
	Accessorische. .	Mikropegmatit (mpg).
		Orthoklas (a_1)
		Plagioklas (t).
		Quarz (q).
		Apatit (F_5).
		Erz ($F_{1\cdot3}$).
		Titanit (F_7).
		Zirkon (F_6).
Secundäre Gemengtheile.		Chlorit.

1) Säulchen = Amphibol; heller schaffirte am dunkel schaffirtem Ilmenit haftenden Partien = Biotit.

Die paragenetischen Verhältnisse sind in der folgenden Tabelle dargestellt:



Mit Formeln ist dies auszudrücken:

$$\Gamma\underset{\gamma}{\rho} - \overline{[(F_{1\cdot 2\cdot 5\cdot 6\cdot 7})(\overset{\rho}{\dot{A}}_2 M)]} + \underline{\overbrace{[\dot{t} + \dot{a}_1 + \dot{q}]}^{\dot{m}pg}\,\dot{q}}.$$

Amphibol; Die einzelnen Amphibolnadeln stehen nur im Allgemeinen senkrecht auf der Kernoberfläche; die Kernoberfläche ist vielmehr dicht von etwas divergirenden Amphibol-Borstenbüscheln besetzt; daher kommt es, dass verschiedene fächerartig divergirende Nadel-Complexen gegeneinander geneigt sind und sich durchkreuzen. Idiomorphe, schilfig faserige Individuen, wie sie für sog. Nadeldiorite überaus charakteristich sind. Namentlich an den Enden, oft aber auch durchweg pflegen sie sich in einzelne feine Nadeln aufzulösen und bilden schliesslich lose Haufwerke solcher Nädelchen. Terminale Flächen wurden nicht beobachtet; in Querschnitten kann man jedoch häufig eine scharfe Krystallbegrenzung nach (110) und seltener (010) wahrnehmen.

Fig. XV stellt die Amphibolstrahlenbüschel im Längsschnitt, Fig. XVI im Querschnitt dar.

Pleochroismus ziemlich stark:

𝔠 dunkelgrün ins bläuliche,
𝔟 dunkelgrün ins gelbliche,
𝔞 strohgelb.

Fig. XV.

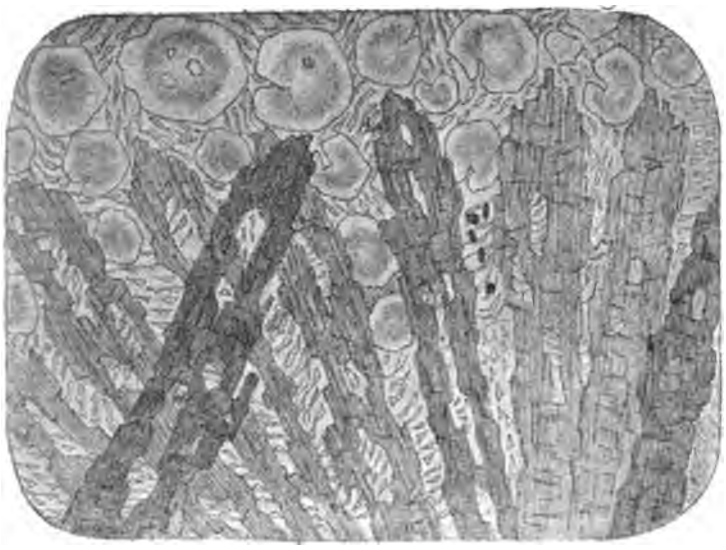
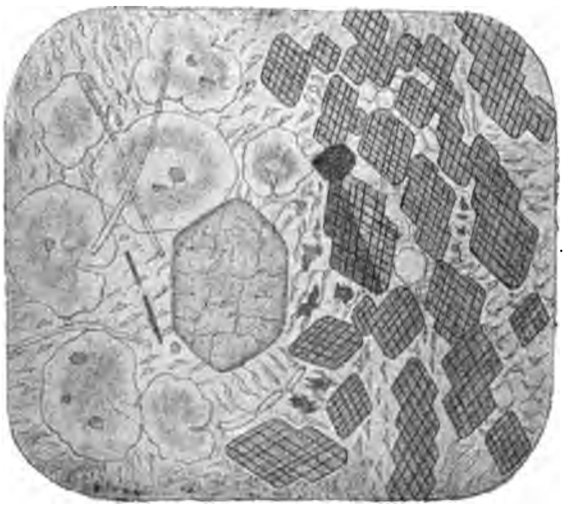


Fig. XVI.



Absorbtion $\mathfrak{c} = \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$; Differenz $\gamma - \alpha = 0.028$. In mehreren der haüfigen Zwillingen nach (100) wurde die Auslöschungsschiefe zu beiden Seiten der Zwillingsnaht zu fast genau 16° 6′ (Mittel aus drei Bestimmungen) gemessen; diese Zahl kommt also jedenfalls dem wirklichen Winkel c : $\mathfrak{c}$ sehr nahe. Die Hornblendedurchschnitte sind gewöhnlich unregelmässig fensterartig durchbrochen und diese Discontinuitäten mit Quarz, Feldspath oder Mikropegmatit ausgefüllt. Sie umschliessen ferner Erz-Titanit-Körner und zirkonkryställchen, um welche letzteren oft pleochroitische Höfe vorkommen.

Zwischenmasse; theils Mikropegmatit, wie in den Kernen, theils ein stellenweise reichlich mit Biotit durchwachsenes, Quarz-Feldspathmosaik.

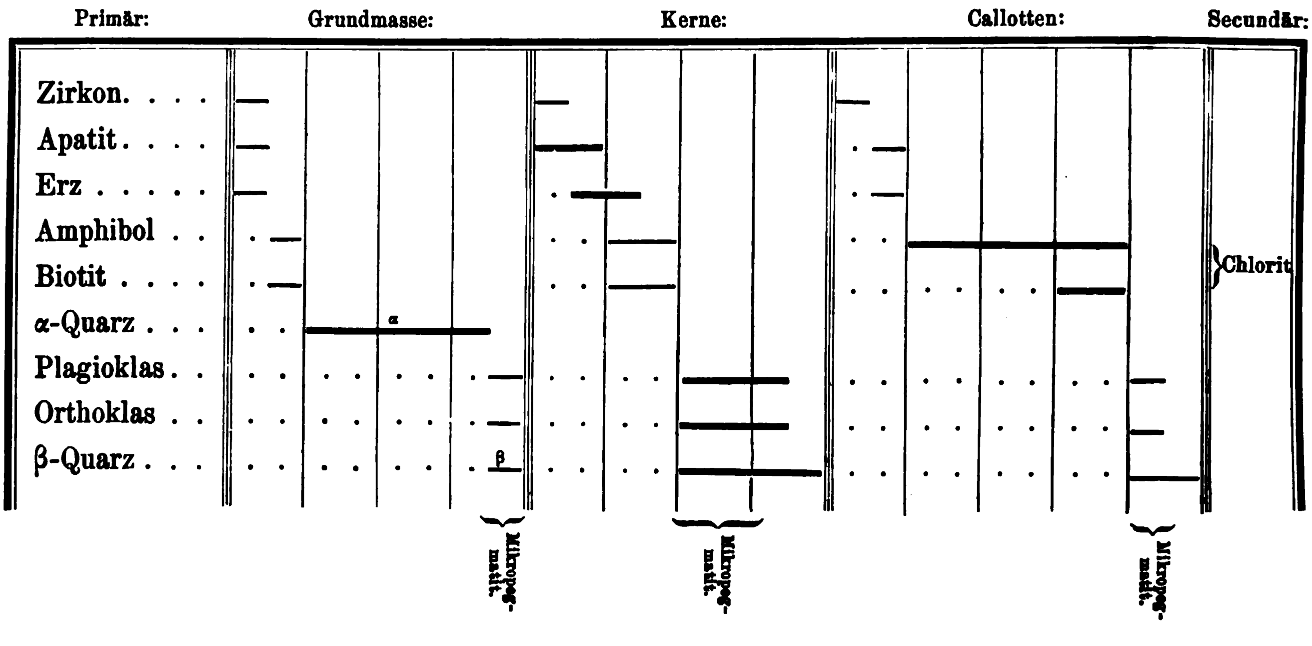
Zirkon; derselbe Typus wie überall im Gestein, doch reichlich vorhanden.

Für die übrigen accessorischen Gemengtheile, Erz, Titanit, Apatit gilt das weiter oben Gesagte.

Zusammenstellung des mikroskopischen Bestandes aller Theile des Gesteins.

		Matrix. Zwischenmasse.	Matrix. In der Nähe der Variolen.	Kerne.	Calotten.
Primäre Gemengtheile	Wesentliche	—	—	Orthoklas	—
		—	Quarz	Plagioklas	Amphibol
		Quarz	Orthoklas	Quarz	Biotit
		—	Plagioklas	Erz	—
		—	Mikropegmatit	Apatit	—
	Accessorische	Orthoklas	—	—	Mikropegmatit
		Plagioklas	—	—	Orthoklas
		Mikropegmatit	—	—	Plagioklas
		Amphibol	Amphibol	Amphibol	Quarz
		Biotit	Biotit	Biotit	Erz
		Erz	Erz	Titanit	Titanit
		Apatit	Apatit	Zirkon	Apatit
		Zirkon	Zirkon	—	Zirkon
Secundäre Gemengtheile .		Chlorit	Chlorit	Chlorit	Chlorit.

Zusammenstellung der paragenetischen Verhältnisse.



Die genetische Evolution dieses interessanten Gesteins fand im Wesentlichen etwa folgendermaassen statt:

I. In dem an freier Kieselsäure aussergewöhnlich reichem Magma kamen die Kieselsäurefreien Gemengtheile i. e. Erz und Apatit zuerst zur Ausscheidung, indem sie sich zu grossen glomeroporphyrischen Massen zusammenballen, an welche als Attractionscentren oder *feste* Gerüste fast die Gesammtmenge des im Magma vorhandenen Feldspaths in Form von Mikropegmatit mit wenig Amphibol und Biotit anschoss.

II. Nach Abschluss der Hauptphase der Feldspathbildung, kam die Hauptmasse der eisenhaltigen Silicate (Amphibol und Biotit) zur Ausscheidung; die bereits vorhandenen grösseren Erzcomplexe mögen hier, wie wir dies im Kleinen p. 173 angenommen, attractorisch auf die sich ausscheidenden Amphibolnadeln gewirkt und ihnen die radiale Anordnung aufgezwungen haben.

III. Nach der Ausscheidung der Amphibolkränze gelangt die Hauptmasse des idiomorphen Quarzes zur Individualisation, während Feldspath + Quarz 2-ter Generation und Mikropegmatit bis zuletzt als Mutterlaugenrest fungiren.

Das Gestein von Svartdal ist demnach als ein ursprünglich makrovariolithischer Quarzglimmerdiorit aufzufassen, dessen sphärolithische Structurform autigen und durch Constitution sowie Erstarrungsmodus des Magmas selbst bedingt ist.

Variolithischer Gabbro, Romsås, Askim Norwegen.

1877. Meinich, L., Om forekomsten af Nikkelmalm i Smålenene; Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, XXIV Binds 2-det Hefte.
1887. Rosenbusch H., Mikroskop. Physiographie d. Massigen Gesteine p. 155 und 156.

Vor 16 Jahren beschrieb[1]) Herr Ingenieur L. Meinich das ausserordentlich eigenartige und interessante Vorkommen von Kugelgabbro bei Romsås. Aus der hier nach Meinich

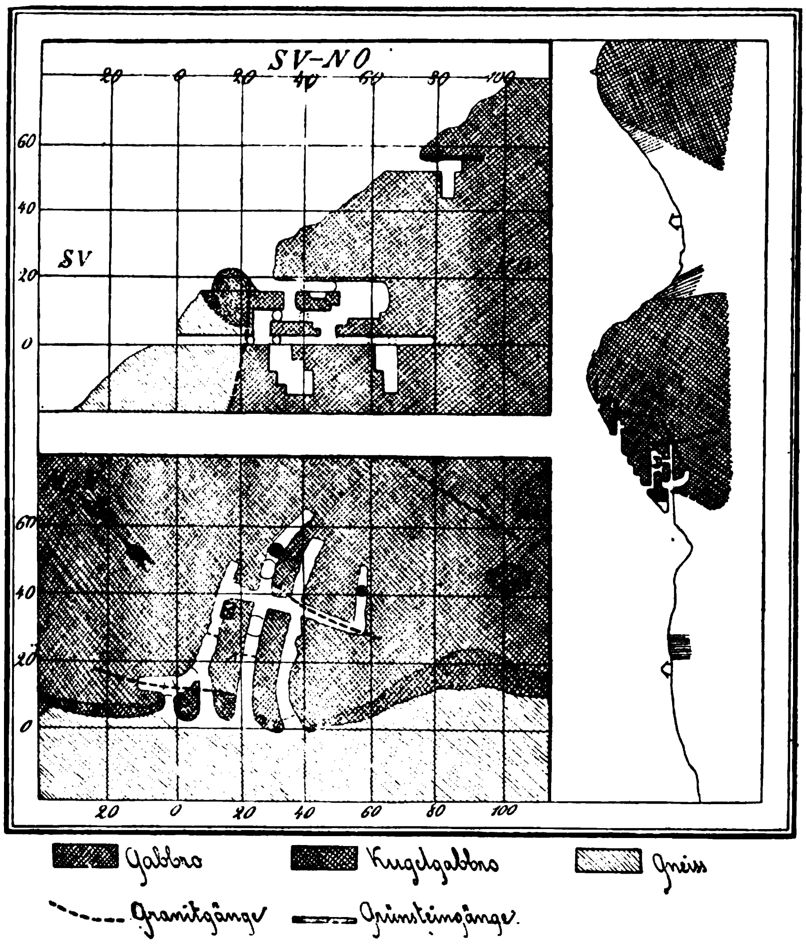
1) «På den vestlige skråning af Romsås optraeder en høist eiendommelig bergart, hvis udbredelse under navn af Kuglegabbro er antydet på planrids 16 m. over dybeste stoll. Den består af kugler fra en hasselnøds op til en liden kokusnøds størrelse, hvilke ere bagede taet sammen med en lyst bindemiddel af rødlig- og grønlig grå feldspath med tvillingsstribning samt små skael af brun glimmer. Selve kuglerne, der ofte ere naesten kuglerunde og i reglen kun svagt fladtrykte eller ellipsoidiske, bestå af en grønligbrun hypersthen og ere udenpå taet belagte med små skael af samme brune glimmer, hvilken hyppig også findes inde i kuglerne. Slåes en sådan kugle over — hvilket forresten ikke er så let, da den er meget seig — så viser den i bruddet en concentrisk tykskålig struktur, altså som en tykskallet løg. Som en stor sjeldenhet er der seet spor at magnetkies midt i en sådan gennemslået kugle; hyppigere og i større maengde finnes kis i bindemidlet».

«Ved indgangen til Mellemgruben 16 m. op. fra nulpunktet fremtraeder denne bergart navntig høist karakteristisk; her ere alle kuglerne af temmelig jaevn størrelse, omtrent som små appelsiner, hvilke med sit lyse bindemiddel frembyde et høist eiendommeligt skue; de ligge der som en stor hob forstenede potetes, og bergarten kaldes også af arbeiderne med det meget betegnende navn, potetesberget, potet-berge. For at give en idée om denne bergart, har jeg tegnet et stykke i halv målestok (Figur XVI, Meinich p.8). I øvre hjørne til venstre vises en gennemslået kugle (*a*) og i midten ved nedre kant hullet efter en udfalden kugle (*b*). Det er meget vanskeligt af denne bergart at slå håndstykker, der tilfredsstille de gamle fordringer til et smukt håndstykke; kuglerne sidde nemlig temmelig løst i bindemidlet, og når man vil forsøge at slå vaek en kugle, som vansirer håndstykket, så haender det hyppig, at en eller flere kugler falde ud på en ganske anden kant af stykket, end man havde beregnet. På grund af at kuglerne ere overmåde seige og så lette at slå ud, antoges det at der i disse skulde haves et ypperligt materiale til veidaekke, hvorpå der over lange straekninger i Smålenene er stor mangel; men hertil viste de sig aldeles utjenlige; de ligge og rulle på veien, blive rundere og rundere ville således ikke faeste sig og give aldrig noget fast veidaekke».

«Ligesom gabbroen er også kuglegabbroen gennemsat af sletter i forskellige retninger, og en sådan, står og glat naesten som en vaeg, ligger blottet ved nordre indgang til Mellemgruben; den viser et højst eiendommeligt syn ved de mørkere forvitrede kugler og det lysere

reproducirten Grubenkartenskizze geht deutlich hervor, dass das normale richtungslos struirte Gabbromassif namentlich im Kontakte mit dem Gneisse eine sphäroidale Structur-

Fig. XVI.



form annimmt, wie wohl auch innerhalb desselben hie und da kugelig ausgebildete Partien und sogar vereinzelte Variolen vorkommen.

---

bindemiddel, ligesom det er maerkeligt at se, at de seige kugler ere skårne tvaert over ligesom med en sag; dette er tilfaelde også ved de taetsluttende sletter. Kuglegabbroens udstraekning mod dybet er ikke stor; den blev nemlig ikke truffen i den stoll, som er inddreven 16 m. under det foran beskrevne sted. Taenker man sig Romsås som en kaempe, kan kuglegabbroen naermest lignes med et perlebroderet skaerf, der er slynget over kaempens ryg og skuldre».

«Såvel nordenfor som søndenfor Mellemgruben optraeder kuglegabbroen med mindre kugler som småpotetes eller nødder, og i den søndre del af åsen samt opimod dennes høieste top findes partier af kuglegabbro midt inde i gabbroen uden bemaerkbar graendse mod denne; det ligger derfor naer at antage, at kuglebergets bestanddele ere de samme som gabbroens, og at hint kun er en eiendommelig udkrystallisation af denne. Det er Professor Kjerulf som har givet denne nye og sjeldne bergart navnet kuglegabbro».

«Mid inde i gabbroens masse og på betydelige dyb er der af og til fundet enkelte spredte kugler af samme karakteristiske udseende som de foran beskrevne. I rig

Diese scheinbar gegen die Auffassung dieses Kugelsteins als endomorphe Kontaktbildung sprechende Thatsache soll später bei der Diskussion der Genesis eine Erklärung finden. Der normale Gabbro dieser Localität steht mir leider nicht zur Verfügung, ich kann daher nur das an einigen, mir von Herrn Meinich gütigst übersandten Kugeln haftende Bindemittel einer genaueren Besprechung unterziehen.

Die in meinem Besitze befindlichen 6 vollkommenen Sphäroide stellen abgerundete, zuweilen ellipsoidische, oder dreiaxig ellipsoidische Körper dar; die kleinste dieser Kugeln hat einen Durchmesser von 4 Ctm., die grösste $5^1/_2$ Ctm. Ihre Oberfläche oder die Eindrücke, welche sie in der Zwischenmasse hinterlassen, sind ziemlich dicht mit grossblättrigem, tombakbraunem, metallischglänzendem Biotit bekleidet; eben in Folge dieses Umstands lassen sie sich sehr leicht aus dem Bindemittel herauslösen. Von der viel heller gefärbten Matrix stechen sie sehr grell ab. Zerschneidet man diese Kugeln und poliert deren Schnittflächen, so hat man etwa folgendes Bild:

Bindemittel: Grobkörniges Gemenge von grünlichgrauem, sehr frischem Plagioklas und rundlichen Knauern von hellgrauglasigem Quarz, worin regellos fast schwarze deutlich idiomorphe Glimmerpartien liegen; mit dem Glimmer verwachsen findet sich ein hellgrünes ebenfalls idiomorphes Mineral; endlich kommen im Glimmer oder in der Nähe desselben

---

malm ere de også fundne, og et sådant stykke ser høist besynderligt ud; det kunde naermest lignes at se til som boller i en suppe».

«Fra det indre af gabbroen har jeg fundet en enkelt gennemslået kugle af omtrent 30 mm. diameter samt en mindre hel kugle, hvilke vise et fra de foran beskrevne kugler forskelligt udseende, idet de ere af nellikbrun farve og have radial strålig struktur. Disse to kugler ligne således påfaldende anthofyllit, og da jeg ved professor Hiortdahls velvillie havde fået anledning til at udføre analyser på hans laboratorium, fandt jeg det af mest interesse at analysere disse anthofyllitlignende kugler, samt et par feldspather hvorom senere. Ved at udsøge et rent materiale af de her omhandlede kugler viste det sig, at det nellikbrune mineral var intimt blandet med en hel del småskael af brun og grønlig glimmer (wahrscheinlich Hornblende)».

«For at undersøge om mineralet skulde indeholde vand blev en ved 100° C. tørret prøve staerkt glødet i en tør luftstrøm i et porcellaenrør; et chlorcalciumrør, der var sat i forbindelse med apparatet, tiltog imidlertid ikke i vaegt efter glødningen. Det såvidt muligt udsøgtrene, nellikbrune minerals spec. vaegt er 3.145, og resultatet af analysen var følgende (Analysen siehe weiter unten im Text)».

«Det viser sig altså, at dette anthophyllitlignende mineral er hypersthen af lignende sammensaetning som hypersthenen i de almindelige kugler, der tidligere var bleven analyseret af Professor Hiortdahl».

«Jeg ytrede foran at bindemidlet mellem kuglerne i kuglegabbroen består af en lys rødlig — og grønlig-grå, tvillingsstribet feldspath med isiddende små skael af brun magnesiaglimmer. Ved at undersøge dette bindemiddel naermere viser det sig, at feldspathen i samme består af to slags også ved ydre kendemaerker tydelig adskilte feldspatharter. Den ene er af rødliggrå farve, udmaerket ved tydelig tvillingsstribning, og optraeder isaer i de partier af bindemidlet, hvor dette har nogen tykkelse; den sidder her i midten som en kaerne omgiven af et skal af den anden feldspath. Denne anden feldspathart er af grønlig grå farve og har finere tvillingsstribning. Begge feldspather ere gennemsatte med brune glimmerskael og undertiden med skael af søgrøn phlogopit. Desuden findes hyppig nåle af apatitkrystaller; jeg har seet sådanne 6—8 mm. lange, 0.5 mm. tykke».

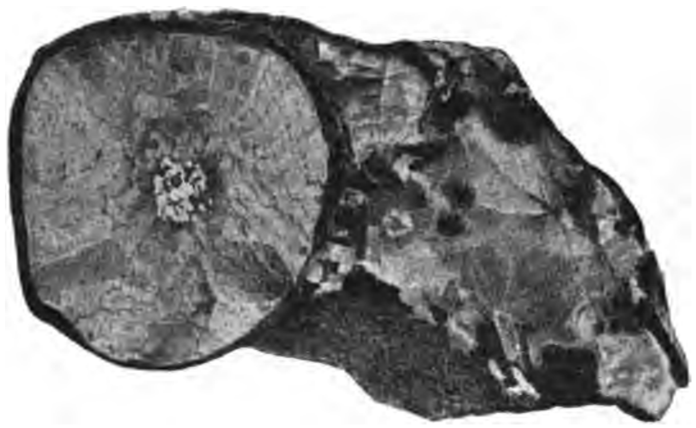
«Analysen af den rødliggrå feldspath gav følgende resultat (Analyse). Denne feldspath er altså en labrador.

Med analysen af den grønliggrå feldspath blev jeg desvaerre ikke faerdig; kun fik jeg bestemt dens spec. vaegt: 2.675 og dens kiselsyreidhold: 58.95. Den er således en oligoklas, rimeligvis den samme som findes i de nedenfor omtalte oligoklasgranitgange; den ydre lighed mellem disse feldspather er ialfald stor».

Erzpartien vor. Der ganze Habitus dieser Matrix erinnert sehr lebhaft an einige volhynische Perthitophyre [1]), namentlich an denjenigen von Kamenoi Brod in Volhynien.

Sphäroide; die Kugeln zerfallen meist in zwei, mitunter in drei deutlich unterscheidbare Theile; *a* — im Centrum befindet sich (in einigen Kugeln) eine aus rundlichen Körnern bestehende Erzpartie; *b* — die Hauptmasse besteht aus einem bräunlichen, seidenglänzenden, bronzitartigen (anthophyllitähnlichen) Mineral, dessen Individuen sektorenweise d. h. dickstrahlig angeordnet sind. Zwischen den groben, sehr verschieden breiten Sektoren, steckt eine körnige etwas hellere Zwischenmasse; *c* — die äussere 1 — 3 mm. dicke zusammenhängende Schale, die auf der polierten Schnittfläche viel dunkler als das anthophyllitähnliche Mineral aussieht, wird durch eine grünlich durchscheinende, sehr feinfaserige, uralitartige Substanz gebildet; die Faserung kommt besonders gut auf der natürlichen Kugeloberfläche zum Ausdruck. *d.* — Zwischen dem Gabbrobindemittel und den Kugeln ist gewöhnlich noch eine dünne Glimmerhülle vorhanden, worin sich die Glimmerschuppen mit ihren Basisflächen den Kugeloberflächen anschmiegen; diese Hülle ist jedoch nicht continuir-

Fig. XVI.



lich, lückenhaft. Figur XVI stellt eine durchschnittene Kugel mit centraler Erzanhäufung (weiss gelassen) und mit daran haftender Zwischenmasse dar und illustrirt sehr gut das oben Gesagte.

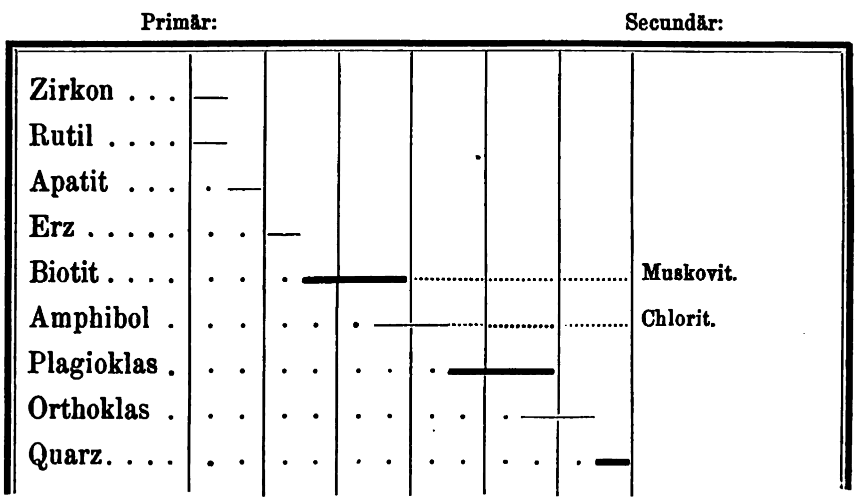
---

1) Cf. von Chrustschoff, Beitr. z. Petrogr. Volh. u. Russl. Tschermak's Min. und Petr. Mitth. B. IX. p. 470 sqq.

Mikroskopische Zusammensetzung des Gabbrobindemittels:

- Primäre Gemengtheile . .
  - Wesentliche . .
    - Plagioklas ($t_{1 \cdot 2}$)
    - Biotit (M)
    - Quarz (q)
  - Accessorische .
    - Orthoklas (a)
    - Amphibol (A_2)
    - Erz ($F_{1 \cdot 2}$)
    - Apatit (F_5)
    - Rutil, Zirkon (R, F_6)
- Secundäre Gemengtheile . . . .
  - Titanomorphit
  - Muskovit
  - Chlorit.

Die Paragenesis ist eine durchaus normale:



Die Structur ist granitisch körnig; Habitus echt gabbroartig. Mit Formeln demnach zu schreiben:

$$\Gamma\alpha - \overline{[(F_{1 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 6} \dot{:} R) + (M \dot{A}_2)]} \underline{+ (t_{1 \cdot 2} + \dot{a})\, q.}$$

Plagioklas; nach M (010) breittafelige, gegenseitig hypidiomorphe, gegen Quarz jedoch hie und da idiomorphe Individuen, woran man gelegentlich P (001) M (010) t (110) l (110) x (101) y (201) erkennen kann. Zwillingsbildungen meist nach dem Albitgesetze, seltener im Verein mit den Periklin- und Karlsbader Gesetzen. Ausser den basischen Spaltrissen bemerkt man recht oft auch solche nach einem der Hemiprismen.

Orientirte Schliffe (Voigt und Hochgesang) *nach P (001)* verhalten sich folgendermassen: die gewöhnlich breiten, hemitropen Lamellen (nach dem Albitgesetze) erscheinen nicht gleich dick ihrer ganzen Länge nach sondern stellenweise dünner oder breiter; sie sind zuweilen sogar gegabelt oder greifen zahnartig ineinander. Sind noch Lamellen nach dem Periklingesetze vorhanden, so durchqueren dieselben selten den ganzen Durchschnitt, sondern treten nur innerhalb einer Albitlamelle auf. Häufig löschen die Lamellenserien in demselben Individuum nach rechts und links unter sehr verschiedenen Winkeln aus. Um zu ergründen ob dieser Umstand nicht etwa von gegen M (010) geneigten Schliffen herrühre, wurden orientirte Serienschliffe angefertigt und untersucht, doch die Werthe nach beiden Seiten blieben im Allgemeinen dieselben (vergl. Figuren XVII und XVIII). Wir haben z. B. in einem Falle

Fig. XVII.

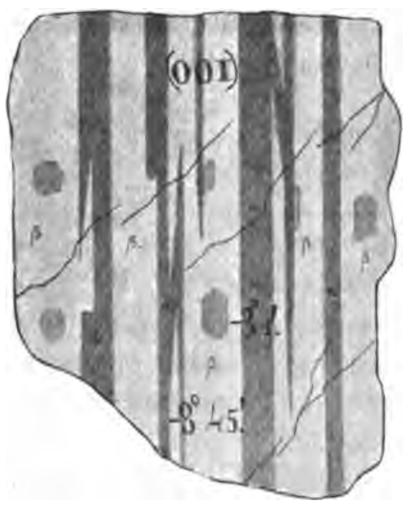
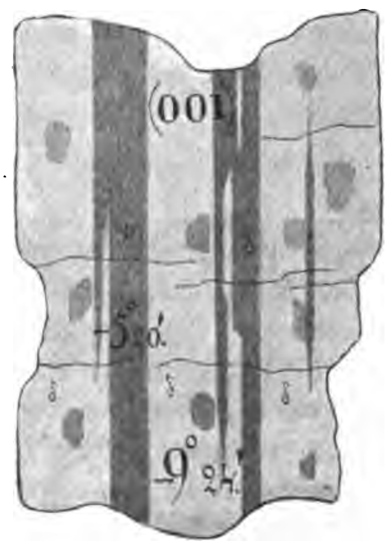


Fig. XVIII.



— 3°1′ und — 8°45′, im anderen — 5°20′ und — 9°24′. Homogene Durchschnitte mit zwei unter circa 8° auslöschenden Lamellensystemen kommen häufig vor, während homogene Individuen, deren Auslöschung 3°— 5° nicht übersteigt, gänzlich zu fehlen scheinen, sie kommen eben nur alternirend mit Lamellen ersterer Art (8°— 9°) vor; mir ist es wenigstens nicht gelungen unter sehr zahlreichen orientirten Schliffen ein symmetrisch unter 3°— 5° auslöschendes homogenes Individuum aufzufinden. An einem Spaltungsstück, dessen hemitrope Lamellen, eine Auslöschung von 8° 35′ ergaben, wurde der Winkel (001):(010) zu 93° 15′ (gute Reflexe) gemessen.

Orientirte Schliffe (Voigt und Hochgesang) *nach M (010)*: meist homogen d. h. nicht gestreift, seltener von Lamellen nach dem Periklingesetze durchwachsen; neben Spaltrissen nach P (001), ziemlich häufig solche nach (110). Oft bemerkt man unregelmässige

Fig. XIX.

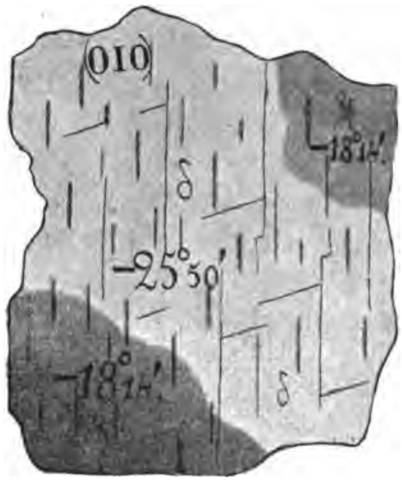
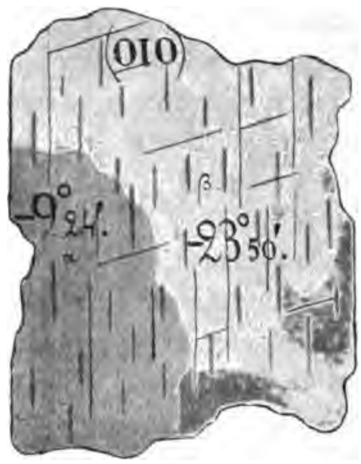


Fig. XX.



Partien mit verschwommenen Grenzen, die anders als die homogene Hauptmasse auslöschen (vergl. Figuren XIX und XX). Wir haben hier ebenfalls paarige Werthe z. B.

— 9°24′ und — 23°50′
— 18°14′ und — 25°50′.

Wie leicht zu ersehen ist, gehören demnach die grösseren und geringeren Werthe auf P (001) und M (010) zusammen: es liegt eben eine Verwachsung von vier Feldspathgliedern untereinander vor. Diese Structur der klinopinakoidalen Schnitte wird sofort verständlich, wenn man die Präparate nach P (001) genauer betrachtet: geht nämlich der Schnitt durch verdickte oder gegabelte Lamellen, so muss eine aus zweierlei Feldspathsubstanzen bestehende Platte entstehen; da die hemitropen Lamellen oft 0.025 — 0.032 mm. breit, die Schliffe aber hauchdünn kaum 0.020 mm. dick sind, so liegen beide Feldspathe isolirt da und es greifen nur ihre Ränder keilförmig übereinander, wodurch jene verwaschenen Grenzen zu erklären sind.

In convergentem Lichte sehen wir in Platten nach P (— 9°24′) und M (— 25°50′) folgende Interferenzbilder:

Fig. XXI.

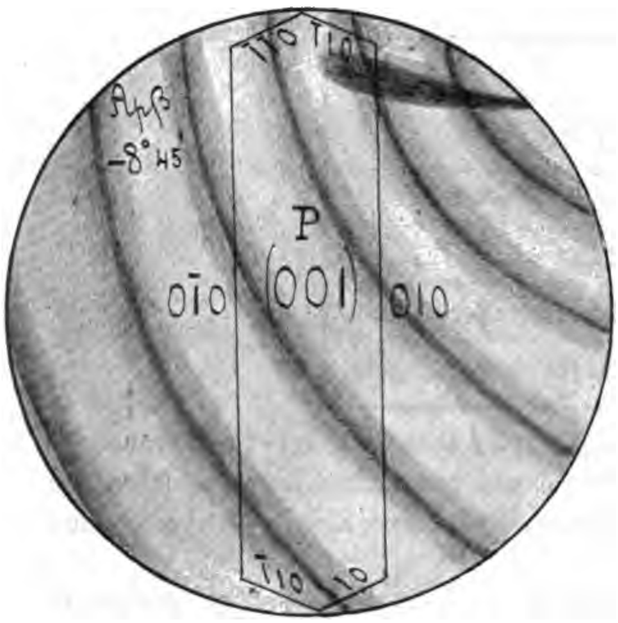
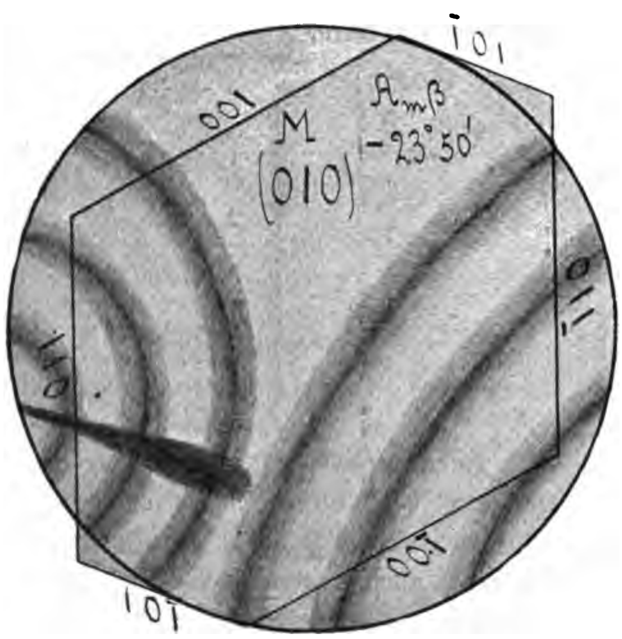


Fig. XXII.



Folgende Tabelle giebt einen Ueberblick über die gewonnenen Resultate:

Na-Licht Auslöschung.		Babinet C. Doppelbrechung.	Im Adamschen Apparat in Glas.	Dispersion.	Mit dem Isotropieaxenapparat:						Procentarische Zusammensetzung.	
					senkrecht zu N_m		senkrecht zu A_2		senkrecht zu A_1			
P (001)	M (010)	$\gamma - \alpha$	$2 E_\upsilon$	$\rho \gtrless \upsilon$	O	$N_m \wedge A'_2$	O	$A_2 \wedge B$	O	$A_1 \wedge A_1'$	Ab	An
— 3° 1′	— 9°24′	0.0074	—	—	—	—	—	—	—	—	57	43
— 5°20′	— 18°14′	0.0077	—	—	—	—	—	—	—	—	47	53
— 8°45′	— 23°05′	0.0083	84°	$\rho > \upsilon$	19°—22°	38°—40°	43°—45°	62°—64°	—	—	40	60
— 9°24′	— 25°50′	0.0088	88°	$\rho > \upsilon$					—	—	36.60	63.40
31°		—	—	—	22°	41°	—	—	19°	41°	27.35	72.65

Im Gesteine sind demnach 5 Glieder der Andesin-Labradorit-Anorthit-Reihe bis zum Bytownit vertreten:

	In Molekülen.	
1.	$Ab_4\ An_3$	Andesin
2.	$Ab_8\ An_9$	Andesin-Labradorit
3.	$Ab_2\ An_3$	Labradorit
4.	$Ab_4\ An_7$	Basischer Labradorit
5.	$Ab_3\ An_8$	Bytownit (in einigen Kugeln)

Interpositionen: oft bis zu 2 mm. grosse und 0.5 dicke Apatitnadeln; hellgelb-bräunlich-röthlichgelb pleochroitische, rhombische, hexagonale und rundliche Glimmertäfelchen, die mit ihrer Basis in P (001), parallel zur Kante (001):(010) liegen; Zirkon, Rutil und wahrscheinlich auch Anatas nebst Brookit.

Zersetzungserscheinungen: in der sonst gewöhnlich sehr frischen Feldspathmasse erscheinen, namentlich längs Sprüngen, Wolken und Schmitzen einer sericitähnlichen Glimmersubstanz; zuweilen sind unregelmässige Räume[1]) von einem farblosem Mineral ausgefüllt, welches fleckig undulös mitunter mosaikartig auszulöschen pflegt, ein etwas geringeres Doppelbrechungsvermögen als der Wirth besitzt und wohl als Orthoklas anzusehen ist.

Meinich unterscheidet zwei Plagioklase: einen röthlichgrauen und einen grünlichgrauen, während ich makroskopisch nur einen Plagioklas von grauer Farbe mit einem Stich in's Grünliche zu unterscheiden vermag; dessgleichen konnte ich keine zwei verschiedenartige Streifungen erkennen. Der röthlichgraue (wahrscheinlich rührt diese Färbung von sich zersetzenden Erzeinschlüssen her) Feldspath wurde von L. Meinich mit folgenden Resultaten analysirt:

Analyse XXV (röthlichgrauer Plagioklas).

Volum-Gewicht: 2.706.

		Sauerstoff:	Elemente:		Atomquotienten:				
Kieselsäure	52.33 =	27.918 +	Si	24.412 =	0.8718				1.8605
Thonerde	29.99 =	14.058 +	Al	15.932 =	0.5866	0.5929		0.9887	
Eisenoxyd	0.51 =	0.153 +	$\overset{III}{Fe}$	0.357 =	0.0063				
Magnesia	0.97 =	0.388 +	Mg	0.582 =	0.0242	0.2322	0.3958		
Kalk	11.64 =	3.325 +	Ca	8.315 =	0.2080				
Natron	4.80 =	1.237 +	Na	3.563 =	0.1550	0.1636			
Kali	0.42 =	0.071 +	K	0.349 =	0.0086				
Summa	100.66 =		O	47.150 =	2.9470				

1) Cf. v. Chrustschoff. Beitr. z. Petr. Volh. etc. Tschermak's Min. u. Petr. Mitth. B. IX, p. 479.

Sauerstoffverhältniss: Sauerstoff der Monoxyde 5.021
» » Sesquioxyde 14.211
» » Kieselsäure 27.918

$$= \frac{5.021 + 14.211}{27.918} = 0.668$$

oder

$$\frac{\text{Summe der Metallquotienten } 1.8605}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoff's } 2.9470} = 0.631$$

Daraus berechuet L. Meinich den Albit-Anorthit-Gehalt folgendermassen:

	Albit.	Anorthit.
aus SiO_2	= 36.49 —	63.51
» $Al_2O_3 + Fe_2O_3$	= 36.90 —	63.10
» $CaO + MgO$	= 35.25 —	64.75
» $Na_2O + K_2O$	= 36.78 —	63.22

Nach unserer Rechnungsweise würden wir haben:

$$\begin{array}{r} (SiO_2 \text{ und } Al_2O) \; ma + ne = 52.3 \\ mb + nf = 30.23 \end{array} \quad \frac{m}{n} = \frac{\begin{vmatrix} 52.3 & 43.0 \\ 30.23 & 36.9 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 68.6 & 52.3 \\ 19.6 & 30.23 \end{vmatrix}} = \frac{63}{105}$$

demnach Ab : An = 1 : 1.7 = 37.08 Ab + 62.97 An;

$$\begin{array}{r} (SiO_2 \text{ und } CaO) \; ma + ne = 52.3 \\ mc + ng = 13.0^{1)} \end{array} \quad \frac{m}{n} = \frac{\begin{vmatrix} 52.3 & 43.0 \\ 13.0 & 20.1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 68.6 & 52.3 \\ 0 & 13.0 \end{vmatrix}} = \frac{486}{892}$$

daher Ab : An = 1 : 1.8 = 35.72 Ab + 64.28 An;

im Mittel 36.37 Ab + 63.68 An; in Molekülen fast genau:

$$Ab_{4.4} \, An_{7.7}$$

Dieser Mischung würden also die gefundenen Auslöschungsschiefen:

M (010) — 25°50′
P (001) — 9°24′

entsprechen.

Um womöglich die Zusammensetzung der sauereren (P (001) — 3°1′ und — 5°20′, M (010)—9°24′ und 18°14′) Felspathglieder zu ermitteln, wurden ganz frische Spaltungsstücke, woraus die betreffenden Schliffe hergestellt worden waren, verwendet. Da die hemitropen La-

1) Ca O + Mg O.

mellen im Allgemeinen ziemlich breit zu sein pflegen, so stand zu erwarten, dass im feinen Pulver beide Plagioklase mechanisch getrennt sein würden. Die Trennung wurde vermittelst Jodmethylen in meinem Apparate[1]) ausgeführt und Antheile von 2.685 respective 2.689 gewonnen, die folgende Werthe ergaben:

Analyse XXVI (Plagioklas aus der Zwischenmasse)

Volum-Gewicht bei 14° C: 2.685.

		Sauerstoff:		Elemente:	Atomquotienten:				
Kieselsäure	57.15	= 30.480	+ Si	26.67	= 0.9525				1.8497
Thonerde	27.20	= 12.676	+ Al	14.524	= 0.5281	0.5321		0.8972	
Eisenoxyd	0.32	= 0.096	+ $\overset{III}{Fe}$	0.224	= 0.0040				
Kalk	9.08	= 2.593	+ Ca	6.487	= 0.1622	0.1657	0.3651		
Magnesia	0.14	= 0.056	+ Mg	0.086	= 0.0035				
Kali	0.26	= 0.004	+ K	0.216	= 0.0055	0.1994			
Natron	6.01	= 1.550	+ Na	4.460	= 0.1939				
Glühverlust	0.27		O	47.495	= 2.9681				
Summa:	100.48								

Sauerstoffverhältniss: Sauerstoff der Monoxyde 4.243
» » Sesquioxyde 12.772
» » Kieselsäure 30.480

$$= \frac{4.243 + 12.772}{30.480} = 0.558$$

oder

$$\frac{\text{Summe der Metallquotienten } 1.8497}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoff's } 2.9681} = 0.623$$

Bei Berechnung dieser und der folgenden Analysen können Fe_2O_3, MgO und K_2O füglich vernachlässigt werden, da sie auf Erz- und Glimmerinterpositionen so wie sericitartige Zersetzungsproducte bezogen werden könnten.

Berechnung des Ab An Gehaltes:

$$(SiO_2 \text{ und } CaO):\quad ma + ne = 57.15 \qquad mc + ng = 9.08 \qquad \frac{m}{n} = \frac{\begin{vmatrix} 57.15 & 43.0 \\ 9.08 & 20.1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 68.6 & 57.15 \\ 0 & 9.08 \end{vmatrix}} = \frac{758}{623}$$

Wir haben demnach: Ab : An = 1.2 : 1 = 54.54 Ab + 45.45 An oder in Molekülen $Ab_{6.6}$ $An_{5.5}$.

1) Besonders geeignet für praecise Trennungen kleiner Substanzmengen.

Analyse XXVII (Feldspath aus der Zwischenmasse)
Volum-Gewicht bei 13° C: 2.689.

		Sauerstoff:		Elemente:	Atomquotienten:			
Kieselsäure	56.25	= 30.000	+ Si	26.250	= 0.9375	....		1.8600
Thonerde	27.93	= 13.016	+ Al	14.914	= 0.5605	0.5661......	0.9225	
Eisenoxyd	0.45	= 0.135	+ $\overset{\shortparallel}{Fe}$	0.315	= 0.0056			
Kalk	9.59	= 2.740	+ Ca	6.850	= 0.1712	0.1760	0.3564	
Magnesia	0.19	= 0.076	+ Mg	0.114	= 0.0048			
Kali	0.16	= 0.027	+ K	0.133	= 0.0034	0.1804		
Natron	5.49	= 1.417	+ Na	4.073	= 0.1770			
Glühverlust	0.22		O	47.411	= 2.9631			
Summa:	100 28							

Sauerstoffverhältniss: Sauerstoff der Monoxyde 4.260
» » Sesquioxyde 13.151
» » Kieselsäure 30.000

$$= \frac{4.260 + 13.151}{30.000} = 0.580$$

oder:

$$\frac{\text{Summe der Metallquotienten } 1.8600}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoff's } 2.9631} = 0.627$$

Berechnung des Ab An-Gehaltes:

(Si O_2 und Ca O): $me + na = 56.25$, $mc + ng = 9.59$

$$\frac{m}{n} = \frac{\begin{vmatrix} 56.25 & 43.0 \\ 9.59 & 20.1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 68.6 & 56.25 \\ 0 & 9.59 \end{vmatrix}} = \frac{716}{657}$$

Wir haben somit: Ab : An = 1.1 : 1 = 52.38 Ab + 47.62 An oder in Molekülen fast genau $Ab_7\ An_6$.

Keine dieser beiden Feldspathfraktionen entspricht übrigens den gemessenen geringsten Auslöschungsschiefen P (001) — 3°1′, M (010) — 9°24′, sie sind nämlich immer noch mit Labradoritsubstanz verunreinigt, was bei der Schwierigkeit der Operationen kaum Wunder nehmen darf. Uebrigens fand Meinich in seinem «grünlichgrauem» Plagioklas 58.95% SiO_2 (Spec. Gew. sehr hoch 2.765, daher vermuthlich nicht ganz rein); dies wäre also gar ein Oligoklas $Ab_3\ An_1$, dessen Auslöschungsschiefen auf P (001) circa — 1° und auf M (010) circa — 3° betragen müssten. Das Vorhandensein eines solchen sauren Plagioklases in einem solchen basischen Tiefengestein ist schon an und für sich interessant.

Orthoklas; sehr spärliche unregelmässig (allotriomorphe) Lückenausfüllungen zwischen Plagioklas und Quarz; ausser beiden Hauptspaltbarkeiten habe ich auf P (001) eine zu M (010) senkrechte weniger geradlinig ausgebildete grobe Theilbarkeit, offenbar nach dem Orthopinakoid bemerkt; die Auslöschung findet hier parallel zu den Rissen statt; Schnitte nach M (010) sind leicht daran erkennbar, dass zweierlei sich unter circa 116° kreuzende Spaltrisse vorhanden sind, mit welchen die Auslöschungen Winkel von 8° — 10° respective 20° — 24° einschliessen. Die Masse ist wasserhell und ganz frisch; umschliesst seltene winzige Poren.

Biotit; grosse idiomorphe Krystalloide von tombakbrauner Farbe und metallartigem Glanz; im Schliffe wird er mit röthlichgelber Farbe durchsichtig und zeigt einen kräftigen Pleochroismus:

$\mathfrak{c}$ rothbraun,
$\mathfrak{b}$ heller röthlichbraun,
$\mathfrak{a}$ hellstrohgelb.

Absorbtion demnach normal: $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$. Die Ebene der optischen Axen liegt parallel zum Leitstrahl, d. h. zur Symetrieebene; demnach also ein Glimmer 2-ter Art mit mittlerem Axenwinkel: 2 E_{na} 26°46′; Dispersion $\rho > \upsilon$; $\gamma - \alpha = 0.0434$; Brechungsindex: 1.5897. *Interpositionen*: scharfe Apatite; bräunliche Rutilmikrolithe zweierlei Art: rothbraune, kurze gedrungene Säulchen und gelbliche, lange Nadeln; Erzkörner. *Zersetzungsproducte*: zwischen den Lamellen eingeschobene, im Durchschnitt spindelförmige (also linsenförmige) faserige Muskovitpartien.

Amphibol; kompact; bräunlich grün in dickeren, in dünneren Schliffen beinahe farblos: idiomorph, mitunter finden sich scharf nach (010) (110) (100) (111) oder (011) (001) ausgebildete Individuen; prismatische Spaltrisse dicht, man findet jedoch hier viel seltener jenen feinfaserig-lamellaren Habitus, der für die Hornblende der peripherischen Kugelcalotte so characteristisch ist. Pleochroismus, besonders in dickeren Schliffen merklich:

$\mathfrak{c}$ bräunlichgrün,
$\mathfrak{b}$ bräunlichgelb,
$\mathfrak{a}$ gelblich.

Absorbtionsschema: $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$; $\mathfrak{c} : \mathfrak{c}_{na}$ 22°44′; $\gamma - \alpha = 0.021$; Brechungsindex 1.626; optischer Character negativ. Zwillingsbildungen nach (100) kommen wohl vor, doch bei weitem nicht so häufig wie bei der weiter unten beschriebenen anormalen Varietät. Umschliesst Erzkörner, Zirkon sowie sehr kleine Poren. Ausserdem kommen stellenweise in grosser Menge opake Stäbchen und Scheibchen, pellucide Säulchen, flache rundliche und achteckige Täfelchen vor, die im Orthopinakoid parallel zum Prima angeordnet sind.

Quarz; grosse einheitliche allotriomorphe Partien zwischen Feldspath und Glimmer; corrodirt dieselben merklich: *Interpositionen*: unregelmässige und dihexaëdrische Flüssig-

keitseinschlüsse, z. Th. mit spontan beweglichen Libellen; aussergewöhnlich schön-dihexaedrische Gasporen; opake linsenförmige Körper; ein Zirkonkryställchen.

Apatit; meist schlanke Säulen 1 — 3 mm. lang und 0.1 — 0.5 mm. dick, seltener dünne Nadeln von 1 — 4 mm. Länge und nur 0.02 mm. Dicke; durchspicken gerne Feldspath und Glimmer, selten Hornblende und scheinen im Quarze sehr selten oder gar nicht vorzukommen. *Interpositionen*: Hohlräume; mit einer hellgelblichen Substanz angefüllte Poren (wahrscheinlich Glas).

Erz; besonders gerne im Glimmer eingeschlossen, oder doch in der Nähe desselben; es ist recht oft mit einem trüben dunkelbraunen Mineral von rechteckig-tafeligem Habitus (vielleicht Brookit) verwachsen.

Rutil: findet sich besonders häufig im Biotit, fehlt aber auch nicht im Feldspath und Quarz; er scheint hier primär zu sein; dreierlei Formen: röthlich braune gedrungene Säulchen nach (100) (110) (101) (111) mit etwas gerundeten Ecken und Kanten sowie ebensolche herzförmige Zwillinge der bekannten Art 0.20 — 0.45 mm. lang und 0.04 — 0.15 mm. dick; sehr lange spiessige, gelbliche bis beinahe farblose Nadeln 0.3 — 0.6 mm. lang und 0.01 mm. dick; fast farblose, kurze 0.05 mm. lange und 0.01 mm. dicke Belonite, die sich gerne zu Figuren mit 60° gruppiren, d. h. Sternchen, Kämme und Gitter bilden.

Zirkon; sehr seltene gelbliche, gerundete Kryställchen nach (111) (110) (100); primatischer Hubitus; sehr fein zonar struirt. *Dimensionen*: 0.015 mm. lang, 0.004 mm. breit und dick.

Variolen.

Die Kugeln sind entweder einzeln, oder es sitzt auf einem Sphäroid ein parasitisches halbes Sphäroid wie ein Swamm auf (cf. Taf. I); diese Erscheinung ist sehr allgemein in sauren sphärolithischen Rhyolithen verbreitet[1]). In einem durch das ganze Kugelgebilde gehenden Dünnschliff unterscheidet man deutlich folgende Theile:

I. Kern: hypidiomorph körniges Agregat von gelblichem bis fast farblosem Amphibol, wenig Biotit und hie und da Feldspath als Lückenausfüllung; in einigen Kugeln befindet sich im Centrum eine schwammige Erzpartie mit eingesprengtem Magnetkies.

II. Hierauf folgt eine 1.5 — 2.5 Ctm. breite aus grossen radialen Sectoren eines bräunlichen, feinfaserigen Minerals bestehende Zone; zwischen diesen mit ihren Spitzen nach innen gerichteten Pyramiden steckt eine ebenso wie der Kern geartete Zwischenmasse, die jedoch öfters grössere allotriomorphe Feldspathpartien aufweist.

III. Eine 1 — 2 mm. breite hellgelbliche Zone; der innere Ring derselben besteht aus einer blaugelblichen, feinfaserigen Hornblendevarietät; deren Individuen sehr häufig tangential zur Kugel (mit den Spaltrissen) angeordnet sind.

1) Cf. W. Cross, Constitution and origin of spherulithes in acid eruptive rock's Philosophical Society of Washington, Bull. vol. XI, pp. 411—444.

IV. Der äusserste peripherische Ring wird durch eine etwas dunkler gefärbte Hornblende gebildet.

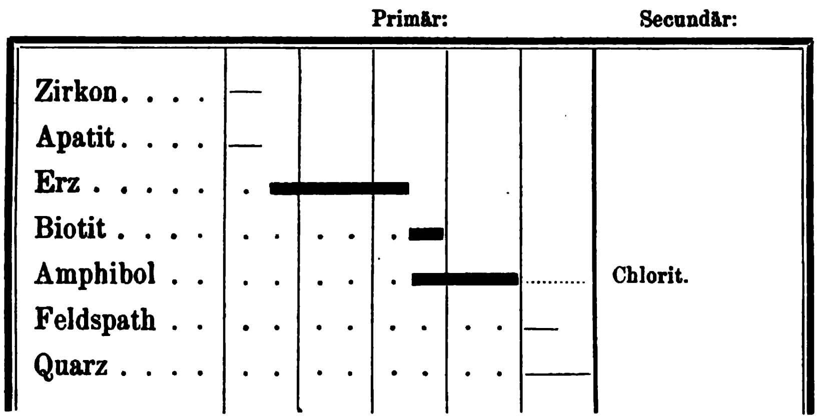
Die Oberfläche der Kugeln ist gewöhnlich mit Biotitblättern belegt, doch scheint dieser Glimmerbelag keine continuirliche Schale auszumachen.

Kern.

Mikroskopische Zusammensetzung des Kernes.

Primäre Gemengtheile	Wesentliche	$\pm$ Erz (F_2). Amphibol (A_2) Biotit (M).
	Accessorische	Feldspath (z. Th. Bytownit) (t). Quarz (q). Apatit (F_5). Zirkon (F_6). Rutil (R).
Secundäre Gemengtheile		Chlorit.

Die Ausscheidungsfolge gestaltet sich folgendermaassen: zuerst Apatit, Zirkon, Erz, hierauf Amphibol und Biotit fast gleichzeitig; in den Räumen zwischen älteren Gemengtheilen erstarrte als Mutterlaugenrest ein z. Theil sehr basischer Plagioklas mit sehr wenig Quarz. Folgende Tabelle illustrirt die reciproken Verhältnisse der Gemengtheile noch genauer:



Mit Formeln ausgedrückt ist dies:

$$\Gamma\alpha - \overline{(\overset{\mp}{F}_{1\cdot 2\cdot 5\cdot 6}\vdots R) + (M A_2)} + \underline{(\dot{t}_3 \dot{q})}.$$

Erz; silberglänzende, schwammige Massen mit eingesprengten vereinzelten messinggelben Magnetkieskörnern; bei näherer Betrachtung erscheint die schwammige Masse aus rundlichen in einander greifenden Körnern zusammengesetzt und durchtränkt von Amphibol und seltener Biotit; man findet daher in denselben recht häufig anscheinend ringsum eingeschlossene Hornblende- und Biotitpartikel, es scheint mir jedoch, dass in diesem Falle nicht Gemengtheile einer älteren Generation umhüllt worden seien, sondern dass sich die Amphibolsubstanz in bereits vorhandene Cavernen abgelagert habe.

Amphibol; besitzt dieselben Eigenschaften wie derjenige des peripherischen Ringes; polysynthetische Zwillingsstöcke kommen hier seltener vor.

Biotit, *Apatit* und *Zirkon* wie im Bindemittel.

Feldspath; allotriomorph; füllt Lücken zwischen älteren Gemengtheilen aus; Zeigt mitunter eine bedeutende symmetrische Auslöschungsschiefe: bis 31°. Nach dem Vorgange Fedoroff's wurde gefunden:

$$\text{senkrecht zu } N_m : O = 22°;\ N_m \wedge A'_2 = 41°$$
$$\text{senkrecht zu } A_1 : O = 19°;\ A_1 \wedge A'_1 = 41°$$

Zur Kontrolle dieser optischen Daten wurde eine aus der Zwischenmasse ausgeschälte Kugel pulverisirt und aus dem Pulver alle eisenhaltigen Gemengtheile nach Mann's [1]) Vorgange mit dem Electromagneten entfernt; es blieb sehr wenig eines schneeweissen Pulvers übrig, das aus Feldspath und Quarz [2]) bestand. In dem aus diesem Material abgeschiedenen Antheile von 2.72 spec. gew. waren 14.58% CaO vorhanden (diese Bestimmung macht übrigens auf allzugrosse Genauigkeit keinen Anspruch, die Operationen sind aber dennoch mit möglichster Sorgfalt ausgeführt worden). Bezieht man den gefundenen Kalk ganz auf Anorthit, so würde sich dieser Plagioklas nach Bunsen [3]) folgendermassen berechnen lassen:

Kieselsäure	50.00
Thonerde .	32.19
Kalk	14.58
Natron . . .	3.28
Summa .	100.00

daraus folgt:

Albit	27.35
Anorthit . .	72.65
Summa .	100.00

1) P. Mann, Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung einiger Angite aus Phonolithen und verwandten Gesteinen. Neues Jahrbuch 1884, II, 184—185.

2) Mit etwas Rutil und Zirkon.

3) a. a. O.

Demnach wäre der Feldspath wirklich ein typischer Bytownit: Ab_8 An_8.

Quarz; füllt gleichfalls Ecken und Fugen aus.

Apatit; wie in der Matrix, aber viel kleiner.

Zirkon; das nur einmal beobachtete Kryställchen war 0.008 mm. lang und 0.003 mm. dick; ganz und gar verrundet; Andeutungen von Prismen und Pyramiden-Flächen.

Calotten.

I-te Hauptcalotte; wird aus (an der Basis) 5—13 mm. breiten und 5—20 mm. langen Sectoren oder einer Art grober mit den Spitzen nach innen gekehrter Pyramiden eines pallisanderfarbigen, deutlich feinfaserigen und daher seidenglänzenden Minerals aufgebaut; zwischen diesen grossen Individuen steckt mehr oder weniger eines hypidiomorph-körnigen Gemenges von Amphibol mit wenig Biotit, allotriomorphen Feldspath-Quarz und accessorischen mikrolithischen Elementen (Apatit, Zirkon, Rutil).

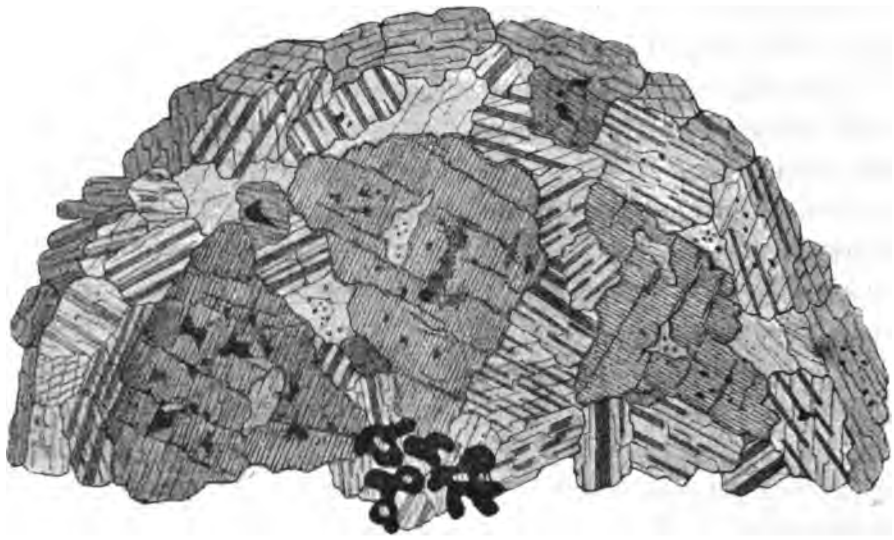
Mikroskopische Zusammensetzung der ersten Calotte.

Primäre Gemengtheile . .	Wesentliche . .	tr. Pyroxen (P_5)	
		Amphibol (A_1).	
	Accessorische. .	Biotit (M).	
		Feldspath (t; z. Th. Bytownit t_3).	
		Quarz (q).	
		Apatit (F_5).	
		Erz (F_{1-2}).	
		Zirkon (F_6).	
		Rutil	(R).
		Anatas	
		Brookit	

Figur XXIII: *a* broncitähnliche Substanz, *b* fast farblose Hornblende mit polysynthetischem Zwillingsaufbau, *c* dunklere Hornblende, *e* Erz, *f* Feldspath und Quarz.

Ausscheidungsfolge: zuerst wie immer Erz, Apatit, Zirkon, Titanmineralien; dann folgt der broncitähnliche Gemengtheil und es beginnt noch während der Endphase seiner Individualisation die Ausscheidung des Amphibol's; in den freigebliebenen Räumen erstarrt als sauerster Mutterlaugenrest Feldspath mit etwas Quarz. Abgesehen von der radialen

Fig. XXIII.



Stellung der Pyroxensektoren, ist die Structur granitisch-körnig. Alle Verhältnisse sind viel besser aus folgender paragenetischer Tabelle ersichtlich:

Primär:						Secundär:
Zirkon. . . .	—					
Titanmin . .	—					
Apatit. . . .	. —					
Erz	. —					
tr. Pyroxen .	. .	————	————	—		
Biotit	. .	. . .	. .	—		
Amphibol I .	. .	. . .	. .	———	——......	Chlorit.
Feldspath . .	. .	. . .	. .	. . .	. —	
Quarz	. .	. . .	. .	. . .	. —	

Dies mit Formeln:

$$\overline{\mathring{\Gamma\rho} — [(F\dot{i}\ \dot{2}\cdot\dot{5}\cdot\ddot{8})] + (P_5 \dot{M}}\ \underline{A_I) + (\dot{t}\,\dot{q})}.$$

Broncitähnlicher Pyroxen; Makroskopisch erscheint dasselbe pallisanderfarbig, sehr frisch, bei gewissen Incidenzen seidenartig glänzend und kantendurchscheinend, im Dünnschliff dagegen bräunlichgelb mit einer durch die Structur bedingten grauen Nuance. Bildet grob- pyramidale Individuen verschiedener Grösse (cf. Taf. II. Fig. 6), deren Ränder oft ausgefranzt und wie zerzupft aussehen, was offenbar auf Corrosion durch die Zwischen masse zurückzuführen ist.

Längsschnitte zeigen folgendes Verhalten:

I. Durchweg feinfaserig; Faserung parallel zur Längsrichtung, sehr dicht und ziemlich geradlinig; die parallel zur Faserung interponirten Lamellen und Fetzen einer heller gefärbten Substanz sind am hellsten, wenn die Hauptmasse dunkel ist und löschen bald nach rechts bald nach links unter circa 17° aus; zuweilen bestehen sie aus zwei nach verschiedenen Seiten auslöschenden Hälften; mitunter löschen sie auch gar nicht aus. Auslöschung der Hauptmasse gegen die Fasern meist 2°—3°. Die der Faserung zunächst liegende Hauptschwingungsrichtung der Hauptmasse sowie der Einschlüsse ist Axe der kleinsten Elasticität $\mathfrak{c}$. In convergentem Licht konnte ich keinerlei Interferenzfigur hervorbringen. Maximaldifferenz $(\gamma—\beta?)=0.0062$.

II. Parallel zur Längsrichtung: *a* kurze, nicht durchgehende Risse; *b* unregelmässige oder durch die Spaltrisse begrenzte feinfaserige Fetzen und Partien. Die Hauptmasse löscht unter 16°, die interponirten Partien gerade d. h. parallel zu ihrer Streckungsrichtung aus. Elasticitätsaxe $\mathfrak{c}$ wie in I, Maximaldifferenz $(\gamma — \alpha?) = 0.0093$.

III. Durchweg feinfaserig wie I; Fasern mit einander wie verflochten; die parallel zur Faserung eingeschlossenen, ebenfalls faserigen Lamellen und Fetzen löschen entweder gar nicht oder unter 6°—9°, die Hauptmasse bald fast gerade bald unter 5°—7° aus. Elasticitätsaxe wie in I und II. Maximaldifferenz $(\gamma—\beta) = 0.0068$. Keinerlei Interferenzfigur. In gewissen Durchschnitten wechselt die Auslöschungsschiefe an verschiedenen Stellen.

Ueberall sind die Interferenzfarben sehr niedrig meist grau, gelblich und nur bei II gelb I-ter Ordnung, während der eingeschlossene und der daneben vorkommende Amphibol gelb bis grün I-ter Ordnung zeigt.

Querschnitte: die Spaltrisse sind sehr grob und schlecht ausgebildet; man sieht allem Anscheine nach eine prismatische Theilbarkeit, deren Winkel jedoch kaum zu bestimmen ist. In den vielen Präparaten, die ich besitze, konnte ich keinen einzigen Querschnitt mit besser ausgeprägten Spaltrissen herausfinden. Oft wollte es mich bedünken, dass der Spaltungswinkel sehr viel grösser sei als 90°: etwa 100° — 110°. In convergentem Licht sieht man eine anscheinend stumpfe Bissectrice austreten; der Querbalken befindet sich jedoch ganz am Rande des Gesichtsfeldes und ist geneigt zur Diagonale der durch die groben prismatischen Spaltrisse begrenzten Rhomben; somit also liegt die Ebene der optischen Axen weder in (010) noch in (100). Maximaldifferenz $(\beta—\alpha?)$ 0.0048.

Es liegt hier also eine lamellare Verwachsung von monoklinem Amphibol mit einem Glied der Pyroxengruppe, welches weder rhombisch noch monoklin sein kann, vor. In

rhombischen Pyroxenen findet man überaus häufig derart interponirte Lamellen eines monoklinen Pyroxen's dass (010) des letzteren mit (100) des ersteren zusammenfällt. Und in der That löschen in II die Amphiboleinschlüsse gerade, in III schiefer, in I am schiefsten aus; daher könnten I (100), II (010) und III einem zu (100) und (010) geneigten Schnitte entsprechen. Dies eigenthümliche Mineral, welches die chemische. Constitution eines normalen rhombischen Pyroxens besitzt (cf. weiter unten Analysen), scheint also dem triklinen Krystallsystem anzugehören d. h. etwa ein Aequivalent des Rhodonits zu sein.[1])

Interpositionen: Opake Stäbchen, Erzpartikel und längliche, farbsose Lamellen, die in Längsschnitten zuweilen nach vier Richtungen angeordnet vorkommen: parallel und senkrecht zur Faserung sowie mit derselben beiderseits Winkel von circa 30° einschliessend; stellenweise zahlreiche rothbraune Rutile, Anatase und Brookite; blassgelbliche Zirkone; winzige Hohlräume, fluidale und endlich hyaline Poren.

Die Mineralsubstanz selbst ist völlig frisch ohne Spur von secundären Producten; trotzdem wurde das zur Analyse erforderliche Material sorgfältig unter dem Präparirmikroskope ausgesucht. In einer besonderen Portion wurden ausserdem die Titanmineralien nebst Zirkon mit HFl, HCl, HNO_3 isolirt; 1.5455 nichtausgesuchtem Material ergab 0.0009 Titanmineralien nebst Zirkon, somit also 0.06%.

Analyse XXVIII (Broncitähnliches Pyroxenmineral)

Volum-Gewicht 15° C: 3.152.

			Sauerstoff:		Elemente:			Quotienten:	Atomverhältniss:
Kieselsäure	53.57	=	28.375	+	Si	24.813	=	0.8870	59
Titansäure	0.49	=	0.180	+	Ti	0.310	=	0.0062	—
Thonerde	4.27	=	1.990	+	Al	2.280	=	0.0808	5
Eisenoxyd	1.20	=	0.360	+	$\overset{III}{Fe}$	0.840	=	0.0150	1
Eisenoxydul	15.61	=	3.470	+	Fe	12.140	=	0.2150	14
Manganoxydul	0.12	=	0.027	+	Mn	0.093	=	0.0017	—
Magnesia	23.62	=	9.448	+	Mg	14.172	=	0.5905	40
Kalk	1.03	=	0.294	+	Ca	0.736	=	0.0184	1
Alkalien	Spur				O	44.126	=	2.7578	184
Glühverlust	0.29								
Summa:	99.80								

Sauerstoff der Sesquioxyde		2.350
»	» Monoxyde	13.289
»	» SiO_2 und TiO_2	28.587

1) Vieleicht eine Art Babingtonit oder etwa das neue tricline Pyroxenmineral, welches J. H. L. Vogt in gewissen Schlacken aufgefunden hat; cf. Vogt, Studier over Slagger, Bih. till. K. Svenska Vet. Acad. Hemdl. B. 9. № 1 p. 240. Einige Längschnitte löschen übrigens auch parallel zur Faserung aus.

$$\text{Sauerstoffquotient} = \frac{2.350 + 13.289}{28.537} = 0.546$$

oder:

$$\frac{\text{Summe der Metallquotienten } 1.7141}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoff's } 2.7578} = 0.621$$

Mit Formeln könnte man dieses Mineral fogendermassen schreiben:

$$Si_{60}\ Ca\ Mg\ \overset{II}{Fe}_{14}\ \overset{III}{Fe}\ Al_5\ O_{184}$$
$$= Si_{10}\ \overset{II}{R}_9\ \overset{III}{R}\ O_{30}$$
$$= R\ Si\ O_3$$

Analyse XXIX (Dasselbe Mineral nach L. Meinich)

Volum-Gewicht 3.145.

	Sauerstoff:		Elemente:			Quotienten:			Atomverhältniss:
Kieselsäure	54.24	=	28.928	+	Si	25.312	=	0.9040	65
Thonerde	3.32	=	1.547	+	Al	1.773	=	0.0645	5
Eisenoxyd	17.40	=	3.866	+	$\overset{III}{Fe}$	13.534	=	0.2416	18
Manganoxydul	0.40	=	0.090	+	Mn	0.310	=	0.0056	—
Magnesia	23.15	=	9.260	+	Mg	13.890	=	0.5788	41
Kalk	0.82	=	0.234	+	Ca	0.586	=	0.0146	1
Glühverlust	0.36				O	43.922	=	2.7453	196
Summa:	99.69								

Sauerstoff der Sesquioxyde 1.547
» » Monoxyde 13.450
» » Kieselsäure 28.928

$$\text{Sauerstoffquotient} = \frac{1.547 + 13.450}{28.928} = 0.518$$

oder

$$\frac{\text{Summe der Metallquotienten } 1.8091}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoff's } 2.7453} = 0.659$$

Aus dieser Analyse L. Meinich's berechnet sich folgende Formel:

$$Si_{65}\ Ca\ Mg_{41}\ \overset{II}{Fe}_{18}\ Al_5\ O_{196}$$
$$= Si_{13}\ \overset{II}{R}_{12}\ \overset{III}{R}\ O_{39}$$
$$= R\ Si\ O_3$$

Amphibol der Zwischenmasse und der äusseren 2-ten Calotte; in der 2-ten Calotte sind die meisten Individuen mit der verticalen Axe und somit den Spaltrissen tangential zur Kugeloberfläche gestellt; z. Th. in regelmässiger Verwachsung mit dem Pyroxenmineral und Biotit tritt eine sehr eigenartige, gegen Feldspath und Quarz idiomorphe, gegenseitig hypidiomorphe Hornblende auf. Grünlichgelb, in dünnen Schliffen fast farblos; viele Durchschnitte, besonders in der 2-ten Calotte, sind stellenweise fast farblos, stellenweise bräunlichgrün und merklich pleochroitisch:

𝔠 bräunlichgrün,
𝔟 gelblich, fast farblos,
𝔞 gelblich, fast farblos.

Absorbtion: $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} = \mathfrak{a}$. In Schnitten nach (010) bemerkt man schon in gewöhnlichem Lichte eine Art feinste Canellirung parallel zu den prismatischen Spaltrissen; sie gelangt jedoch znr vollen Geltung bei Dunkelstellung zwischen gekreuzten Nicols: dann zerfällt der ganze Durchschnitt in unzählige höchstens 0.001 mm. breite, einzeln oder gruppenweise verschieden nuancirte Lamellen, so dass man nur eine relative Auslöschung erzielen kann. Neben diesem feinen, fast submikroskopischen, wahrscheinlich ebenfalls zwillingsartigen Aufbau, erscheint allenthalben eine prachtvoll ausgebildete polysynthetische Zwillingslamellirung nach (100); die bald ziemlich breiten, bald schmalen Zwillingsstreifen halbiren in Querschnitten den spitzen Winkel der Spaltungsrhomben, stehen parallel zu den Spaltrissen in Schnitten aus der Prismenzone und geneigt zu denselben in zur verticalen Axe geneigten Schnitten. Auslöschung: $\mathfrak{c} : c = 17°30'$; die Axe der kleinsten Elasticität $\mathfrak{c}$ liegt wie bei der Mehrzahl der Amphibole der verticalen Axe am nächsten im spitzen Winkel β, doch konnte nicht eruirt werden ob dieselbe den spitzen oder stumpfen Axenwinkel halbire. Doppelbrechung bedeutender als gewöhnlich: $\gamma - \alpha = 0.028$; Brechungsindex circa 1.675.

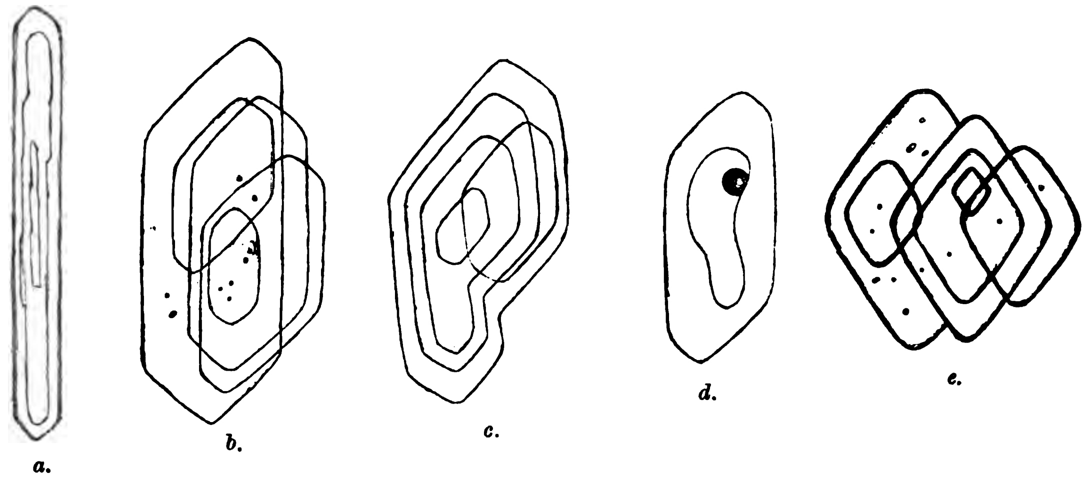
Die parallelen Verwachsungen mit dem anormalen Pyroxen sind bereits oben besprochen worden; die Pyroxensubstanz, die sehr häufig in die darin vorkommenden, mit Quarz und Feldspath ausgefüllten, echten miarolithischen Räume mit idiomorphen Contouren eingreift, ist von prachtvoll idiomorphen Amphibolkrystallen besetzt, woran man gelegentlich (010) (110)(100)(111) oder (011) zu erkennen vermag (cf. Figur XXIV).

Fig. XXIV.



Interpositionen; *a* — pyramidal zugespitzte Säulchen (0.012 mm. —0.025 mm. dick und 0.1 mm. —0.25 mm. lang); länglich hexagonale, rhombische sowie ganz verrundete und unregelmässige Durchschnitte eines farblosen, blättrig struirten Minerals; die blättrige Structur kommt zum Vorschein, wenn man den Focus verändert: dann erscheinen nach einander in verschiedenen Ebenen verschiedene unter einander meist conforme Umrisse desselben Gebildes; (cf. Figuren XXV a—e).

Fig. XXV.



Sie löschen niemals gerade, sondern immer schief und meist gar nicht aus und heben sich infolge ihrer etwas stärkeren Doppelbrechung grell vom Wirthe ab; sie sind stets nach der vertikalen Axe gestreckt; ihre Längsrichtung oder die derselben am nächsten gelegene Hauptschwingungsrichtung ist Axe der grössten Elasticität $\mathfrak{a}$. Sie enthalten selbst winzige leere Poren, Rutile so wie unzweifelhafte Glaseinschlüsse (cf. Fig. XXV. d.) *b* — kurze opake und gelbliche Keulchen, Balken und Stäbchen (0.005 mm.—0.01 mm. lang und 0.0005 mm. — 0.001 mm. breit), die (in Längsschnitten) nach drei Richtungen angeordnet sind, von welchen die eine parallel zu den Spaltrissen, die andere senkrecht und die dritte unter 45° zu derselben geneigt ist. *c*—unregelmässige Räume, in welche die Amphibolränder idiomorph hineinragen, sind mit einer homogen-farblosen, zuweilen an Gas- und Flüssigkeitsinterpositionen reichen, Substanz, deren optisches Verhalten am meisten an Quarz erinnert, erfüllt. *d*—wie geflossene Krystalle und herzförmige Zwillinge von rothbraunem Rutil. *e* — röthlichgelbe Brookittäfelchen (Fig. XXVI) und selten stumfpyramidale Anataskryställchen. *f* — Erzkörner; *g* — braune rechteckige, verzerrthexagonale und rundliche, sehr dünne, pleochrostische Täfelchen *h* — meist rundliche, mitunter die negative Form des Wirthes zeigende leere und fluidale Poren.

Fig. XXVI.



Diese zahlreichen Interpositionen pflegen stellenweise angehäuft zu sein, so dass man zur chemischen Analyse ein verhältnissmässig weniger verunreinigtes Material gewinnen konnte; es mussten freilich die am reinsten erscheinenden Splitter unter dem Präparirmikroskope ausgesucht werden.

Analyse XXX (farbloser Amphibol der 2-ten Calotte und der Zwischenmasse).

Volum-Gewicht bei $13^1/_2$° C: 3.108.

		Sauerstoff:	Elemente:	Quotienten:	Atomverhältniss:
Kieselsäure	57.18 =	30.496 +	Si 26.684 =	0.9530	48
Titansäure	0.50 =	0.190 +	Ti 0.310 =	0.0062	—
Thonerde	2.33 =	1.086 +	Al 1.244 =	0.0452	2.2
Eisenoxyd	1.63 =	0.489 +	$\overset{\text{III}}{\text{Fe}}$ 1.141 =	0.0204	1
Eisenoxydul	4.77 =	1.060 +	Fe 3.710 =	0.0662	3
Manganoxydul	1.02 =	0.230 +	Mn 0.790 =	0.0014	—
Magnesia	19.03 =	7.612 +	Mg 11.418 =	0.4754	24
Kalk	9.16 =	2.618 +	Ca 6.542 =	0.1635	8
Kali	2.59 =	0.441 +	K 2.149 =	0.0551	3
Natron	1.19 =	0.307 +	Na 0.883 =	0.0384	2
Glühverlust	0.57		O 44.529 =	2.7812	140
Summa .	99.97				

Sauerstoff der Sesquioxyde 1.575
» » Monoxyde 12.268
» » SiO_2 und TiO_2 30.686

$$\text{Sauerstoffquotient} = \frac{1.575 + 12.268}{30.686} = 0.451$$

oder

$$\frac{\text{Summe der Metallquotienten } 1.8248}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoff's } 2.7812} = 0.620$$

Für diesen Amphibol hätten wir also folgende Formel zu setzen:

$$Si_{48}\, Na_2\, K_2\, Ca_8\, Mg_{24}\, Fe_3\, \overset{\text{III}}{Fe}\, Al_2\, O_{141}$$
$$= Si_{48}\, \overset{\text{I}}{R}_5\, \overset{\text{II}}{R}_{35}\, \overset{\text{III}}{R}_3\, O_{141}$$

Biotit; scheint einer von der oben beschriebenen etwas verschiedenen Varietät anzugehören; der Pleochroismus ist weniger intensiv:

𝔠 rothbraun,
𝔟 gelbbraun,
𝔞 gelblich.

Absorbtion: $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$; Axenwinkel 2 E_{na} 33°14′; $\gamma - \alpha = 0.082$.

Die übrigen accessorischen Mineralien besitzen denselben Habitus und Charakter wie im Gestein.

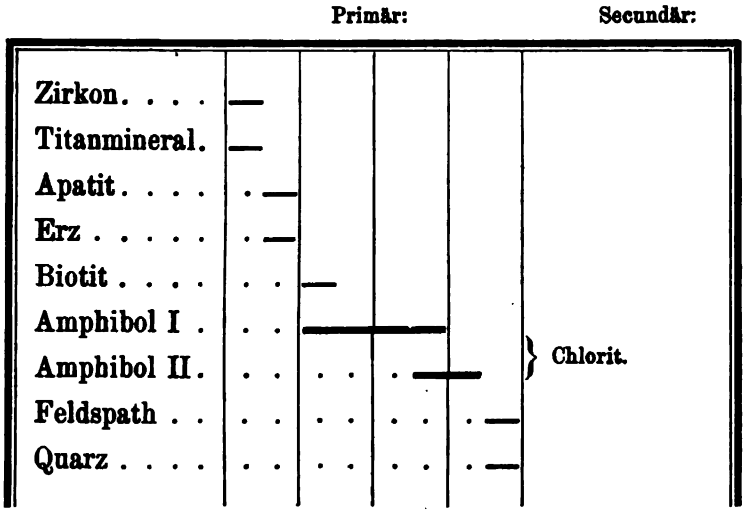
II-te Calotte.

Ist 1.5 mm.—2.5 mm. breit und besteht aus demselben Gemenge wie die oben beschriebene Zwischenmasse zwischen den Pyroxensectoren; die Hornblendeindividuen sind vorzugsweise mit ihren vertikalen Axen und somit den Spaltenrissen tangential zur Kugeloberfläche angeordnet, sie schmiegen sich derselben an. Sie führt hier mehr Erzstaub und grössere Erzpartien mit eingewachsenen, rothbraunen Rutilen. Ein grosser, sehr verzerrter Zirkon nach (100) (110) (111) wurde nur einmal beobachtet.

Mikroskopischen Zusammenstellung der II-ten Calotte und der Zwischenmasse.

Primäre Gemengtheile. . .	Wesentliche . .	Amphibol I (A_I) Amphibol II (A_{II})
	Accessorische. .	Biotit (M). Feldspath (t). Quarz (q). Erz ($F_{1\cdot 2}$). Apatit (F_5). Zirkon (F_6) Rutil (R_1). Anatas (R_2) Brookit (R_3)
Secundäre Gemengtheile		Chlorit.

Die Ausscheidungsfolge in dieser Calotte sowie der Zwischenmasse veranschaulicht folgende graphische Darstellung:



Dies mit Formeln ausgedrückt:

$$\Gamma\rho — (\overline{F_{1\cdot 2\cdot 5\cdot 6}R_{1\cdot 2\cdot 3})\,\dot{M}}\,\underline{A_{I}\,A_{II}\,t}\,\dot{q}).$$

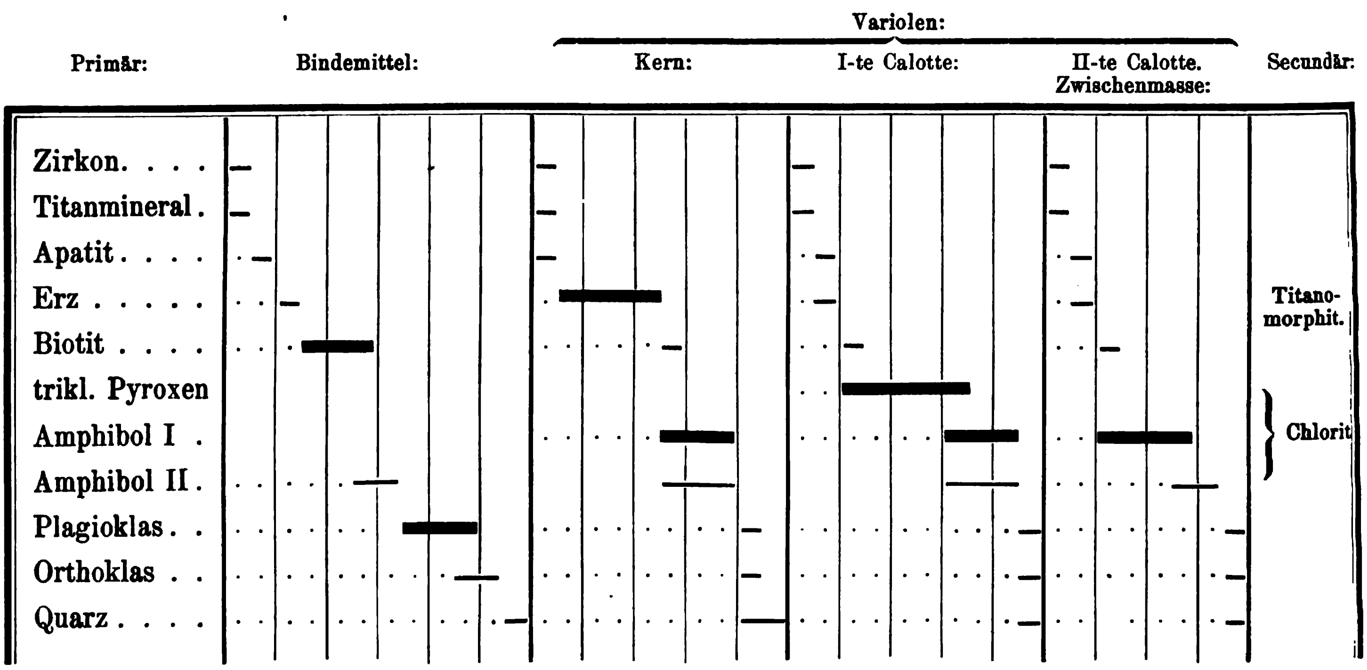
Der 0.5 mm.—1.0 mm. breite peripherische Ring der II-ten Zone besteht hauptsächlich aus einem bräunlichgrünen Amphibol, der allem Anscheine nach mit demjenigen des Bindemittels identisch ist, etwas Biotit sehr wenig Quarz und Feldspath, Erz und accessorischem Rutil; die Kugeloberfläche ist endlich mit Biotitblättern belegt, die jedoch keine continuirliche Hülle bilden.

In dieser Hornblende wurden 55.34% SiO_2 und 8.51 Fe_2O_3 gefunden.

Zusammenstellung des mikroskopischen Bestandes aller Theile des Gesteins.

		Bindemittel.	Variolen. Kern.	Variolen. I-te Calotte.	Variolen. II-te Calotte und Zwischenmasse.
Primäre Gemengtheile	Wesentliche	Plagioklas Biotit Quarz	Erz ∓ Amphibol I. II Biotit	trikl. Pyroxen Amphibol I. II	Amphibol I Amphibol II
	Accessorische	Orthoklas Amphibol II Erz Apatit Rutil Zirkon	Feldspath Quarz Apatit Rutil Zirkon	Biotit Feldspath Quarz Apatit Erz Rutil Zirkon Anatas Brookit	Biotit Feldspath Quarz Apatit Erz Rutil Zirkon Anatas Brookit
Secundäre Gemengtheile .		Titanomorphit Muskovit Chlorit	Chlorit	Chlorit	Chlorit.

Zusammenstellung der paragenetischen Verhältnisse:

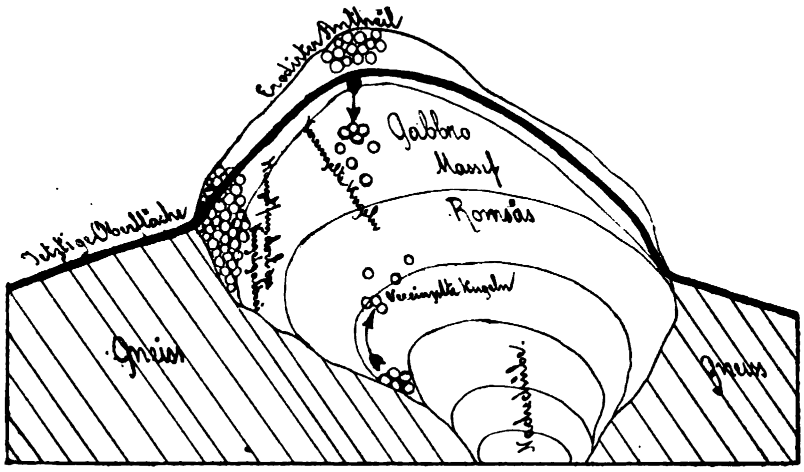


Uebersichtstabelle der Analysen:

Analysen:	XXV. Röthlichgrauer Plagioklas nach Meinich.	XXVI. Plagioklas aus dem Bindemittel I.	XXVII. Plagioklas aus dem Bindemittel II.	XXVIII. Broncitähnlicher triklíner Pyroxen.	XXIX. Broncitähnlicher trikl. Pyroxen nach Meinich.	XXX. Amphibol der II-ten Calotte u. d Zwischenmasse.
Kieselsäure	52.33	57.65	56.25	53.17	54.24	57.18
Titansäure	—	—	—	0.49	—	0.50
Thonerde.........	29.99	27.20	27.93	4.27	3.32	2.33
Eisenoxyd.........	0.51	0.45	0.32	1.20	—	1.63
Eisenoxydul.......	—	—	—	15.61	17.40	4.77
Manganoxydul	—	—	—	0.12	0.40	1.02
Magnesia.........	0.97	0.14	0.19	23.62	23.62	19.03
Kalk	11.64	9.08	9.59	1.03	0.82	9.16
Kali.............	0.42	0.26	0.16	Spur	—	2.59
Natron...........	4.80	6.01	5.49	Spur	—	1.19
Glühverlust (H_2O) .	—	0.27	0.22	0.41	0.36	0.57
Summa..	100.66	100.43	100.28	99.92	99.69	99.97
Volum-Gewicht.....	2.706	2.685	2.689	3.152	3.145	3.108
Sauerstoffquotient...	0.688	0.558	0.580	0.546	0.518	0.451
O-Atomquotient....	0.631	0.623	0.627	0.621	0.659	0.620
Analysator:	Meinich.	Autor.	Autor.	Autor.	Meinich.	Autor.

Dies ausserordentlich interessante Vorkommen ist offenbar als Randfacies des Gabbro analog den Variolithen der Diabase und dem Corsit von Santa Lucià die Tallano aufzufassen. Der Einwand, dass Kugelbildungen auch innerhalb des Gabbromassifs gefunden werden, und dass folglich das variolithische Gestein nicht allein am Gneisscontacte auftrete, scheint mir kaum haltbar. Denn was die vereinzelten im normalen Gestein vorkommenden Sphäroide und Sphäroidgruppen betrifft, so können dieselben durch Bewegungen im Magma, während der Magmanachschübe durch den Schlot dahin gelangt sein, in der Weise etwa wie in folgender Skizze angedeutet ist:

Fig. XXVII.



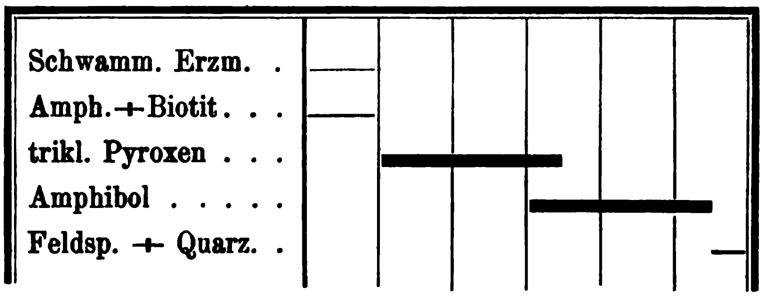
Die im Schlot in der Nähe des kalten Nebengestein sich bildenden Kugeln wurden vom ansteigenden Magma mitfortgerissen und an verschiedene mehr im innern gelegene Stellen gebracht. Auch könnte vielleicht das im Innern des Massifs noch feuerflüssige und daher bewegliche Magma, in Folge von aufsteigenden heisseren Strömungen (Convection) Theile der sphäroidal erstarrten Wölbung (Kruste) so weit aufweichen, dass sich davon einzelne Kugeln sowie Gruppen derselben loslösten und vermöge ihrer grösseren Eigenschwere in den noch flüssigen Antheil untersanken.

Das Romsås-Massif wäre demnach eine Laccolith-artige Bildung, die von einer dünnen Kruste von makrovariolithisch erstarrtem Gesteinsmaterial umgeben war. Der grösste Theil dieser Hülle wurde durch Erosion abgetragen und es blieben nur solche Antheile, die durch das Nebengestein geschützt waren oder sich mehr im Innern des Massifs befanden.

Die genetische Entwicklung der Kugeln hat etwa folgenderweise stattgefunden: an glomeroporphyrische Gruppen von Hornblende und Biotit oder grössere schwammige Erzmassen, die im Magma als infratellurische Ausscheidungen herumschwammen, schossen, infolge einer rascheren Abkühlungsmodalität, die Pyroxenpyramiden an; in den Zwischenräumen wurden hierauf Amphibol und Biotit abgelagert; zuletzt bildete sich um die ganze

Kugel herum ein continuirlicher compakter Amphibolring. Der im Bindemittel reichlich vorhandene Biotit wurde von den fertigen Kugeln offenbar angezogen, so dass Blätter derselben an der Oberfläche des Sphäroid's haften blieben: In freigebliebenen Ecken und Fugen erstarrte derselbe Mutterlaugenrest wie im Gestein zu Feldspath und Quarz.

Diese reciproken Beziehungen illustrirt noch genauer folgende Tabelle:



Variolithischer Amphibolgranit, Slättmossa, Järeda socken, Kalmar län, Schweden.

1884 — N. O. Holst och Eichstädt, Klotdiorit från Slättmossa; Geolog. Fören. i Stockholm Förhandlingar, Bd. VII, p. 135, 138 sq.

Die Herren Holst und Eichstädt haben dies schöne Vorkommen von makrovariolithischem Hornblendegranit (der als Repräsentant dieser Structurform nunmehr fast in allen Sammlungen vorhanden ist) schon 1884 beschrieben[1]) und es bleibt mir nur noch

1) «Klotdioriten finnes på Johan Petter Johanssons i Slättmossa ägor, Järeda socken, Kalmar län på geologiska kartbladet «Hvetlanda». Fyndorten är belägen midt emellan torpen Bodal och Målabäcken, 150 meter väster om stora vägen, som från Järeda leder söder ut».

«Bärgarten förekommer såsom tvänne udsöndringar i en grovkornig röd ögongranit, som emellertid i den närmast omgifvande trakten har ögonstructuren föga utbildad. Denna granit innehåller stundom något hornblände, dock icke tillräckligt, för att bärgarten skall kunna kallas en hornbländegranit. De båda utsöndringarna ligga efter hvarandra i riktningen N 35°O på ett afstånd af 40—50 meter från hvarandra. Den norra är delvis jordtäkt. Den blottade delen kan skattas till omkring 20 kvadratmeter. Den södra är ungefär lika stor. Den löper ut i en spets emot norr och går här under jordytan samt sammanhänger må hända med den norra utsöndringen. Endast vid den södra är kontakten emot graniten synlig».

«För öfrigt hafva inga fyndorter for anstående klotdiorit anträffats i trakten. Däremot har ett löst block träffats omkring 450 meter sydost om det ofvan omnämda torpet Målabäcken. Detta ställe ligger emellertid i S 33°O från den anstående dioriten, hvilket ungefär är refflornas allmänna riktning i trakten. Detta blockfynd anger sålunda icke någon annan forekomst i fast klyft än den ofvan nämda».

«På andra sidan om vägen midt emot Målabäcken finnes upprest ett ganska vackert block af bärgarten, hvilket säges ha stått på sin nuvarande plats i mer än trenne generationer. Genom sitt egendomliga, ovanliga utseende har det varit och är ännu föremål för en helt naturlig uppmärksamhet från den kringboende befolkningens sida. Enligt sägen skall det hafva funnits nära intill det stället, där det nyss omnämda blocket, anträffades».

«A Erdmann, som först bemärkt den infrågavarande bärgarten, fann den dock icke i fast klyft utan kände den endast från blocket vid Målabäcken. Om dettas ursprungliga fyndort lemnar ha stridiga uppgifter. I sin afhandling «om de i Sverige förekommande bärgarter, som föra hornblende eller augit» (Kong. Vet. Ak. Handl. 1846, Sid. 225) meddelar han, att det hemförts från trakten öster om Försjön, hvaremot det enligt hans «Vägledning till bergarternas kännedom» sid 152 funnits i trakten norr om Försjön. Intredera lär emelertid vara riktigt, utan skall fyndorten för blocket vid Målabäcken ligga väster om Försjön. I samma riktning från Försjön ligger också bärgartens fasta klyft».

«Mellan den anstående bärgarten och den omgifvande

wenig darüber zu sagen übrig. Hier sollen daher gewisse dort nicht besprochene Eigenthümlichkeiten und Detailverhältnisse besprochen werden.

---

grovkorniga graniten är kontakten öfver allt, då den är blottad, så till vida skarp, som bollarna, af hvilka den förra består, upphöra utefter en tydlig och bestämd gräns. Bollarna tangera i allmänhet hvarandra. Dock ligger graniten också midt inne bland bollarna och utfyller mellanrummen mellan dem. Uti utsöndringarnas midt förekommer graniten sparsamt, men uppträder rikligare emot gränserna, så att bollarna här komma längre ifrån hvarandra. I allmänhet är graniten emellan bollarna mindre väl kristalliserad eller med andra ord mindre grovkornig, än bärgarten eljest vanligen är. Dock kan den äfven här vara ganska vackert kristalliserad».

«På det bifogade ljustrycket (tafl. 4) är den nedre fotografien en afbildning af ett omkring 0.75 meter stort stycke. På denna figur visar hela öfre delen samt kanten till höger den vittrade ytan, i öfrigt företer figuren friskt brott. Den öfre fotografien återgifver i något mer än half storlek en slipad genomskärning af en boll samt ett parti af den mellan bollarna förekommande grovkorniga graniten».

«Såsom fotografien gifver vid handen, äro bollarna i genomskärning temligen vackert rundade, någon gång klotrunda men äro vanligen något utdragna och tillplattade eller spolformiga. Detta senare är särskildt fallet på den ena sidan af den ena utsöndringen, där kontakten mellan denna och graniten förekommer blottad. En och annan mera långsträkt boll kan här nå en längd af ända till 3 decimeter. Vanligen äro de dock mindre, nämligen 0.6—1 decimeter i genomskärning. De ha ett finkornigt, gry, vida skildt från den röda granitens».

«Utan undantag hafva bollarna en mycket regelbunden byggnad och bestå innerst af en kärna, som omgifves af ett tredubbelt skal. Kärnan, som är grå och har ett något gröfre gry än de omgifvande sonerna, torde kunna betecknas såsom en hornbländefattig diorit eller såsom hornbländegranit. Den öfvergår utan skarp gräns uti en mörk nästan svart dioritrand. Det inbördes kvantitativa förhållandet mellan dessa båda delar af bollen växlar något. Vanligen är hornbländegraniten öfvervägande, men tränges stundom till baka. I ett par bollar saknas denna granitkärna alldeles. Dioritranden omgifves i sin ordning af en grå, några millimeter bred rand af hornbländegranit. Gränsen mellan dessa är skarp. Utåt öfvergår däremot denna granitrand (i likhet med kärnan) småningom uti den yttre dioritranden. Denna sistnämda är utåt ganska väl begränsad så väl emot de tillstötande bollarne som emot den omgifvande röda graniten. På grund af denna anordning ha bollarna en koncentriskt skålig afsöndring och skilja sig vid slag med lätthet från graniten».

«Färgväxlingen hos bollarna gör, att dessa i slipadt tillstånd få et särdeles prydligt utseende, en omständighet som bör göra bärgarten användbar eller kanske till och med eftersökt i den mindre men finare stenindustrien».

«Till strukturen liknar bärgarten från Slattmossa den bekanta klotdioriten från Korsika, men kloten sakna den senare bärgartens radialstrålige byggnad. Dessutom växla i de af mig studerade korsitbollarna de hornbländehaltiga och hornbländefattiga sonerna i omvänd ordning, så att här den inre kärnan i allmänhet är hornbländerik och den yttersta sonen — för att endast hålla oss till dessa båda — hornbländefattig, d. v. s. anorthitrik. Vidare förefinnes den olikheten mellan de båda bärgarterna, att medan de jämförelsevis fältspathrika bollarna hos korsiten äro utkristalliserade ur den omgifvande, mera hornbländerika bärgarten (dioriten), ha vid Slättmossa de hornbländerika klotet utskiljts ur den hornbländefattiga graniten».

«Såsom Eichstädt här nedan med rätta framhåller, kunna kloten i Slättmossa-bärgarten med största sannolikhet anses såsom en basisk utkristallisering ur graniten. Men då själfa bollarna, såsom vida öfvervägande i jämförelse med den omgifvande graniten och såsom dessutom utgörande det för bärgarten karakteristiska, om än icke en typisk diorit, dock enligt min mening stå denna bärgart vida närmare än granit, har det synts mig, Holst, att den af A. Erdmann gifna benämningen «klotdiorit» med fullt skäl kan för bärgarten bibehållas. Bortsedt från de klotformiga strukturen bör bärgarten sammanställas med de inom traktens graniter ganska vanliga större och mindre utkristalliseringarna af diorit».

«Bärgarter med väl utbildad klotstruktur äro som bekant sällsynta. Mest känd är Korsiten. En annan bärgart, som likaledes har en vacker koncentrisk struktur är den i Norge vid Romsås i Smålenene iakttagna klotgabbroen (a. a. O). Dessutom kan förtjäna omnämnas den klotgranit, som på 1872 års marssammankomst förevisades uti Geologiska Föreningen i Stockholm. Denna bärgart var insänd af H. von Post och beskrifves såsom en «granit med kulstruktur, uppkommen derigenom, att glimmern samlat sig till runda, vanligast ellipsoidiska skal, omslutande glimmerfattiga, af en finkornig blandning af qvarts och rödlett orthoklas bestående kärnor. Dessa kärnor syntes vara något finkornigare och quartsfattigare än den eljest temligen likartade massa, som utfyllde mellanrummen mellan kulorna» (Geol. För. i Stockh. Förh. B. I, p. 33)».

«F. Eichstädt, som erhållit uppgiften att mikroskopiskt undersöka den föreliggande bärgarten har såsom resultat af denna undersökning meddelat följande. Berg-

Das Hanptdifferenzirungsmoment der sphäroidalen Gebilde besteht in der Anhäufung farbiger (dunkler) Elemente an der Peripherie der Kerne, der äusseren Calotte und nament-

arten vid Slattmossa består af tvenne olika delar, nämligen de af växlande ljusare och mörkare soner bestående, mera finkorniga bollarne samt den mellan dessa bollar befintliga röda graniten».

«Om vi först något närmare granska den senare, så finna vi, att man på grund af dess mineralogiska sammansätning lämpligast skulle kunna kalla den en amfibol-biotit-granit. Såsom den mikroskopiska undersökningen ger vid handen, ingå följande beståndsdelar i den samma, nämligen: kvarts, orthoklas, glimmer, hornblände, mikroklin, plagioklas, apatit, zirkon, titanit, magnetjärn och titanjärn (titanomagnetit). Dessutom iakttager man redan med blotta ögat, små här och där uppträdande, svarta, beckglänsande korn af ett orthit-liknande mineral med musligt brott och olivgrönt streck. I fina splittror blir det genomskinligt med olivgrön färg. Inga korn af detta mineral hafva med säkerhet kunnat påvisas i slipprofven».

«Kvartsen genomdrages vanligen af talrika svärmar och band af vätskeinneslutningar, hvilka ofta äro försedda med rörlig libell. Talrika andra interpositioner påträffas äfven. Bland dessa märkas små, bruna sexsidiga glimmerfjäll, hvilke i tvärsnitt se ut som opaka streck, vidare färglösa mikrolither och kristalliniska korn samt opaka trikiter».

«Fältspaten är städse mer eller mindre omvandlad och visar på grund deraf ett något grumligt utseende. I polariserad ljus ger den likväl oftast tydliga interferensfärger. Mikroklinen och plagioklasen visa dessutom tydlig gallerlik struktur eller tvillingstreckning. Eget nog synes plagioklasen bättre hafva motstått vittringen än orthoklasen».

«Hornbländet och glimmern ingå till ungefär lika mängd i bärgarten, hvadan benämningen amfibol-biotit-granit synes fullt berättigad. De visa samma utseende och egenskaper, som vanligen tillkomma dessa mineral i granitiska bärgarter».

«Apatiten är särdeles riklig. Den uppträder oftast i korta prismor, hvilka vanligen flockvis hopa sig i större mängd. Mera långdragne nålformiga individer saknas likväl ingalunda. Ofta kan man särdeles tydligt iakttaga, huru apatitkrystallerna blifvit böjda, knäkta eller brutna, hvarvid brottstyckena stundom blifvit förskjutna i förhållande till hvarandra. I ett fall iakttogs i ett basiskt snitt en säckformig inbugtning, i hvilken den apatitkrystallen omgifvande fältspatsubstansen inträngt och utkristallirerat, hvarvid den erhållit samma optiska orientering som den angränsande fältspatindividen Sådana företeelser äro som bekant mycket vanliga i felsitporfyrer m. fl. yngre eruptiva bärgarter, men torde vara sällsynta hos graniterna. På grund af denna iakttagelse användes mycken möda för att om möjligt upptäcka glasinneslutningar. Sådana kunde dock ej iakttagas».

«Här och där påträffar man ganska stora, ända till 19 mm. långa och 0.4 mm. breda, nästan färglösa eller något i rödt stötande kristaller och kristalliniska korn, hvilka vid företagen pröfning befunnits vara zirkon, ehuru detta mineral i så stora individer vanligen ej uppträder i äkta graniter. Ehuru mineralet merendels uppträder i mer eller mindre rundade korn, påträffar man likväl rätt ofta mera regelbundet utbildade kristaller, hvilkas konturer i genomskärningarne antyda kombinationen ∞P. P. I ett fall kunde jag dessutom påvisa ytor tillhörande m P n. Den för zirkon kännetecknande sonala byggnaden har i ett fall också kunnat iakttagas. I likhet med mineral tillhörande det kvadratiska systemet släcka kristallerna ljuset parallelt med sin längdriktning, men anmärkningsvärdt nog kunde ej ett enda isotropt tvärsnitt upptäckas i något af preparaten. För att undanrödja möjliga tvifel i fråga om mineralets rätta bestämmande isolerade jag ett mindre korn, som pröfvades på sitt förhållande till syror. Det angreps hvarken af svafvelsyra eller af kiselfluorvätesyra, ja, icke ens af fluorväte, medan ett till kontraförsök användt titanitkorn (med hvilket mineral jag till en början var böjd att identifiera det i fråga varande mineralet) särdeles lätt angreps af denna syra under bildning af kiselfluorkalk. Som det isolerade zirkonkornet endast hade mikroskopisk storlek, kunde inga vidare prof med det samma företagas, men de anförda kännetecknen torde för mineralets bestämning vara tillräckligt bevisande. Bristen på isotropa tvärsnitt måste sålunda bero på en tillfällighet. Detta förefaller för öfrigt mindre besynnerligt, om man besinnar, att antalet zirkonindivider ej är synnerligen stort».

«Titaniten liknar vid hastigt påseende zirkonen men skiljer sig från denna genom tydlig dikroism, hvarvid den starkast absorberade strålen antager en rödbrun färg. Mineralet uppträder visserligen uteslutande i små rundade korn, hvilka ej tillåta någon närmare kristallografisk-optisk orientering, men dessa korns utseende och sättet för deras uppträdande i bärgarten erinra dock på ett så i ögonen fallande sätt om titanit, att jag anser deras bestämning såsom fullt säcker. De små lifligt polariserande kornen hafva nämligen merändels på titanitens vanliga sätt slutit sig till bärgartens basiska eller opaka beståndsdelar, särskildt hornbländet och de större kornen af titanjärn. Antingen omsluter nämligen titaniten dessa mineral såsom en krans eller samlar den *sig i* större mängd i deras omedelbara närhet, hvarvid alltid åt minstone några titanitindivider växa fast vid dem».

lich auch in der Kornverschiedenheit im Gestein, den Variolenkernen und den Calotten; das Muttergestein ist durchaus grobkörnig, die centrale Partie der Kerne mittelkörnig, die peripherische Kernhülle und die beiden Calotten ganz feinkörnig. In Folge dessen stechen sie von der Matrix recht grell ab und lassen sich ohne Schwierigkeit daraus losschlagen. Sie bestehen sämmtlich aus einem dunkler als das Gestein gefärbten, $^3/_8$ der Variole ausmachenden Kern, einer darauffolgenden, an farbigen Elementen sehr armen und einer zweiten peripherischen an dunklen Gemengtheilen sehr reichen Zonen. In den inneren Kernpartien sind die dunklen Gemengtheile ziemlich gleichmässig vertheilt und durchschnittlich circa 1—2□ mm. gross, gegen die Peripherie der Kerne häufen sie sich immer mehr an und nehmen an Grösse ab; im grossen Ganzen ist auch hier schon eine Tendenz zu radialer Anordnung angedeutet.

Die nun folgende (vergl. Figur XXX im Text; Tafel I und Taf. II. Fig. 1 Schema) helle erste Zone erscheint makroskopisch sanssuritähnlich dicht; mit einiger Mühe lassen sich darin winzige opake Partikel erkennen. Die zweite Hülle besitzt dieselbe Struktur und denselben Habitus wie die peripherische Kernschale, ist jedoch etwas feinkörniger als diese; auch hier ist eine unverkennbare Tendenz zu radialer Disposition einiger dunklen Gemengtheile vorhanden. Die Kugeln zeigen gerundet eckige, ovoidale, ellipsodische sowie manchmal lemniskatenähnlich eingeschnürte Querschnitte.

«De titanitkorn, som sålunda åtfölja titanjärnet, synas emellertid ingalunda hafva uppstått genom dettas omvandling».

«Att de opaka kornen åt minstone delvis bestå af titanjärn, antydes redan däraf, att man ur den pulveriserade bärgarten med en vanlig hästskomagnet ej kan utdraga mer än en del af dem. Dessutom kan man hos de större kornen tydligt skönja romboederns genomgångar. Slutligen bör icke lämnas oanmärkt, att en och annan gnista af svafvelkis äfven förekommer i bärgarten».

«De i denna granit inlagrade kloten ha samma mineralbeståndsdelar som sjelfva graniten men i relativt olika mängd. Man kan i korthet uttrycka skillnaden mellan dessa klots och den dem omgifvande granitens mineralogiska sammansättning genom den satsen, att bärgartens basiska beståndsdelar hafva hopat sig inom kloten och särskildt inom dessas mörkare soner. Sålunda består den yttersta mörka sonnen till hufvudsaklig del af hornblände och glimmer. De öfriga mineralen äro orthoklas (jemte mikroklin) samt i mera underordnad mängt plagioklas och qvarts. Likväl är plagioklasen här otvifvelaktigt betydligt rikligare än i den ofvan beskrifna graniten, hvarest den till och med förekommer ganska sparsamt».

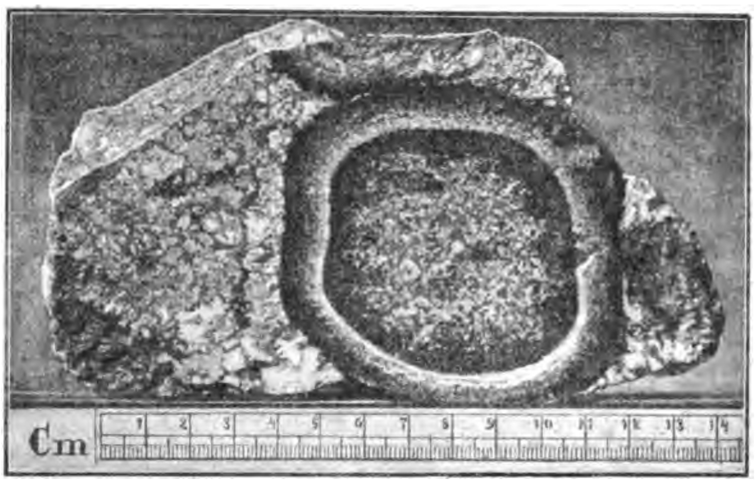
«I den därpå följande ljusare sonen hafva hornbländet och glimmern trädt till baka, medan den därpå följande andra, mörka sonen åter fullständigt ofverensstämmer med den första. I klotens inre kärna har åter större jämvigt mellan bärgartens olika beståndsdelar inträdt, så att denna så väl till sin sammansättning som i fråga om beståndsdelarnes relativa mängd mera närmar sig den typiska graniten».

«Granitens accessoriska beståndsdelar förekomma i allmänhet insprängda i kloten. Det bör dock anmärkas, att jag ej iakttagit någon apatit i dessa, hvaremot å andra sidan titaniten synes vara vida rikligare i kloten än i själfa graniten. Detta senare förhållande sammanhänger tydligen därmed, att detta mineral, såsom ofvan är påpekadt, med förkärlek åtföljer bärgartens basiska beståndsdelar».

«Hvad klotens egendomliga utseende beträffar, så framkallas detta uteslutande genom beståndsdelarnes relativt olika mängd i olika soner. Någon annan särskildt anmärkningsvärd regelbundenhet förefinnes ej. Strukturen är kristallinisk-kornig, ej radierade strålig såsom hos corsiten».

«Det ofvan meddelade resultatet af de mikroskopiska undersökningen har ådagalagt, att bollarnes beståndsdelar äro de samma som den omgifvande granitens. Då dessutom bollarne synas mig äga granitisk structur och habitus, är jag af den mening att de ej kunna skiljas från graniten utan böra anses såsom granit om än något dioritliknande».

Fig. XXX.

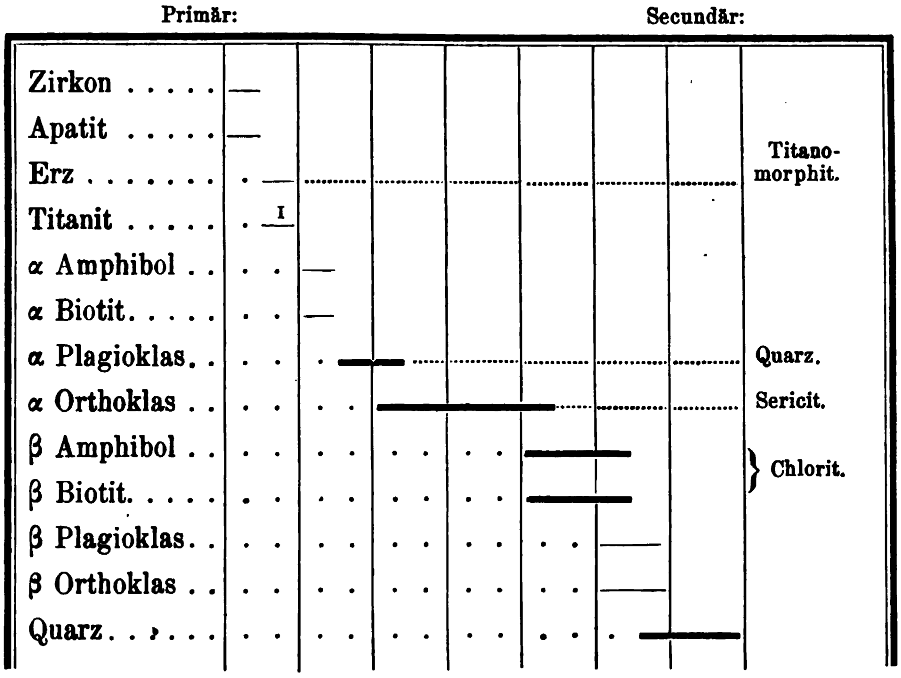


Mit blossem Auge lassen sich im Gestein folgende Gemengtheile mit Sicherheit identificiren: röthlichweiss-milchiger Feldspath, graupellucider gestreifter Plagioklas, grauer Quarz, grünlichschwarze Hornblende und endlich bräunlichschwarzer Glimmer.

Mikroskopische Zusammensetzung des Muttergesteins der Variolen.

Primäre Gemengtheile	Wesentliche	Orthoklas (a).
		Plagioklas (t).
		Amphibol (A_2).
		Biotit (M).
		Quarz (q).
	Accessorische	Mikroklin (a′).
		Apatit (F_5).
		Erz ($F_{1\cdot 2}$).
		Titanit (F_7).
		Zirkon (F_6).
Secundäre Gemengtheile		Titanomorphit.
		Muskovit.
		Chlorit.

Die reciproken Beziehungen dieser Gemengtheile stellt folgende Tabelle dar:



Mit Formeln wäre dies Gestein auszudrücken:

$$\underset{\rho}{\Gamma\alpha} - \left[\left(F_{1.2.5.6.7}\right)\left(\dot{A}_2 + \dot{M}\right)\right] ta + \overbrace{\left(A_2 + M\right)}^{\rho}\, t\, \ddot{a}\, q.$$

Es ist dies viel eber eine gneissartige als granitische Ausscheidungsfolge; wir erkennen z. B. vier schwer zu unterscheidende Mineralbildungsphasen:

I eine mikrolithische primordiale;

II eine Hauptphase, während welcher die grossen Feldspathe zur Individualisation gelangen;

III eine dritte Phase, während welcher hauptsächlich die Eisen-Magnesia-Silicate ausgeschieden wurden;

IV als sauerster Silicatmutterlaugenrest erstarrten Feldspath und Quarz.

Eben diese Art der Gruppirung von eisenhaltigen jüngeren Gemengtheilen um grosse ältere Feldspathe ist für Gneisse besonders charakteristisch. Durch Uebergreifen der Elemente einer vorhergehenden Phase in diejenigen der folgenden sind die gegenseitigen idiomorphen Beziehungen zu erklären.

α-Plagioklas; grosse, unregelmässig gerundete oder gegenseitig und gegen Quarz, seltener gegen Amphibol und Biotit idiomorphe Durchschnitte. Stellenweise ganz frisch, stellenweise von staubigen Partikeln und lebhaft polarisirenden Fäserchen (Muskovit-Sericit)

erfüllt. Sehr feine Zwillingsstreifungen nach dem Albitgesetze, seltener zugleich mit Querlamellen nach dem Periklingesetze. Symmetrische Maximalauslöschungsschiefe 22°10′; bei Weitem die Mehrzahl der symmetrisch auslöschenden Durchschnitte ergeben Werthe, die in zwei Reihen untergebracht werden können:

I—4°6′, 3°33′, 3°50′, 4°11′, 2°55′, 3°1′; Mittel = 3°56′
II—11°, 11°15, 7°50′, 10°14, 11°8′, 9°21′; Mittel = 10°8′.

Die Fedoroff'sche Methode ergab in diesem Falle keine so bestimmten und karakteristischen Daten als sonst; vielleicht ist das vorhandene diagnostische Material für die Andesinreihe nicht genügend gewesen, um so überraschend günstige Resultate wie für die übrigen Glieder der Feldspathreihe zu liefern.

Es wurde gefunden:

Mit dem Isotropieaxenapparat:					
senkrecht zu A_1		senkrecht zu A_2		senkrecht zu N_m	
$A_1 \wedge A'_2$	0	$A_2 \wedge A'_1$	0	—	0
25°	36°	41°	45°	—	7°

Ausserdem wurden folgende Phasendifferenzen $\gamma - \alpha$ gemessen:

0.0065, 0.0067, 0.0068, 0.0069, 0.0071, 0.0073.

Demnach Maximaldifferenz $\gamma - \alpha = 0.0073$. Wenn man die maximale symmetrische Auslöschungsschiefe als diagnostisches Mittel ansieht, so hätten wir hier nach Michel Lévy entweder Albit (zone pg_1; Maximum + 20°) oder Andesin (zone senkrecht zu g_1, Maximum + 21°). Die nach der Fedoroff'schen Methode gewonnenen Daten scheinen jedoch viel eher für Andesine, als für Albite zu sprechen. Viel wahrscheinlicher ist es, dass auch hier mehrere Glieder der Plagioklasreihe nebeneinander vorhanden seien, was denn auch die chemischen Kontrollversuche unzweifelhaft darthun. Es wurden nämlich in zwei Plagioklasfractionen von 2.658 resp. 2.666 Spec. Gew. 4.45 und 5.73% Ca O gefunden. Interpolirt man diese Werthe nach der Bunsen'schen[1]) Tabelle, so erhält man folgende Ziffern:

1) a. a. O.

Kieselsäure	62.90	61.27
Thonerde .	23.46	24.56
Kalk	4.45	5.73
Natron . . .	9.19	8.44
Summa .	100.00	100.00

Daraus folgt:

	4.45% Ca O.	5.73% Ca O.
Albit	77.82	71.45
Anorthit . .	22.18	28.55
Summa .	100.00	100.00

α-Orthoklas; ebenfalls grosse gerundete, oft gegen Quarz, seltener gegen Amphibol und Biotit idiomorphe Individuen; meist getrübt von staubigen Partikeln und von Muskovitfäserchen erfüllt, seltener frisch und homogen; Eigenschaften durchaus normal, bietet daher kein besonderes Interesse.

β-Plagioklas; allotriomorphe, zwischen älteren Amphibol und Biotit eingeklemmte Körner; äusserst zarte Zwillingsstreifung nach dem Albitgesetze; die Auslöschungsschiefe sinkt zu meist noch geringeren Werthen als beim α-Plagioklas herunter; wir finden hier nur 1°—2°, was auf einen Oligoklas oder Andesin-Oligoklas hindeutet.

β-Orthoklas; kleine meist allotriomorphe Körner zwischen β-Amphibol und β-Biotit; unterscheidet sich vom älteren Orthoklas durch seine grösseren Frische und Homogeneität.

Mikroklin; sehr selten; einige ganz frische, homogene Durchschnitte bieten flecken- oder bänderweise eine zarte Zwillingslamellirung nach beiden Gesetzen dar; doch pflegen diese Lamellen die sonst bei Mikroklinen gewöhnliche Feinheit nicht zu erreichen. Mehrmals wurden in demselben homogenen Individuum Flecken und Bänder, die abwechslungsweise nur nach einem der beiden Gesetze gestreift waren, beobachtet, so dass z. B. in zwei benachbarten Flecken die Zwillingsstreifen aufeinander senkrecht standen und gleichzeitig (je ein paar senkrecht aufeinander stehende hemitrope Lamellen) unter circa 14° (ich sage circa, weil die Lamellen ziemlich unscharfe verwaschene Zwillingsgrenzen aufweisen) auslöschten; die homogene Hauptmasse löscht ebenfalls unter circa 14° zu einem der Lamellensyteme aus.

α-Amphibol; idiomorphe im α-Feldspath eingeschlossene Partikel von derselben Beschaffenheit wie

β- *Amphibol;* meist grosse, sehr frische, gewöhnlich in der Prismenzone, seltener auch an den Enden idiomorphe Individuen; bildet mit β-Biotit, β-Feldspath und Quarz zusammen Züge, die sich zwischen den älteren Feldspäthen hindurchwinden oder Guirlanden um dieselben herum machen. Pleochroismus ziemlich intensiv:

𝔠 rein grün in's Blaue,
𝔟 gelblich grün,
𝔞 blassstrohgelb.

Absorbtion deutlich: $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$; die der vertikalen Axe zunächst liegende Elasticitätsaxe ist 𝔠 (im spitzen Winkel β). Die Auslöschungsschiefe ist eine für gemeine Hornblende ungewöhnlich grosse:

$$\mathfrak{c} : \mathfrak{c}_{na} = 30°45'.$$

Differenzen $\gamma-\alpha=0.0264$, $\gamma-\beta=0.0125$, $\beta-\alpha=0.0134$[1]; mittlerer Brechungsindex 2.654—Nach (100) eingeschaltete Lamellen ziemlich häufig. Umschliesst Apatit, Erz, Zirkon, Titanit.

α-Biotit; im älteren Plagioklas schwebende Schuppen.

β-*Biotit*; grosse idiomorphe und zerfetzte Partien; zeigt z. Th. intensive mechanische Deformationen wie Biegungen, Verschiebungen und Knickungen von Lamellen. Pleochroismus nicht besonders lebhaft:

𝔠 rein holzbraun,
𝔟 gelblichbraun,
𝔞 blassstrohgelb.

Absorbtion $\mathfrak{c} = \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$. Eine Druck- oder Schlag-Figur zu erhalten gelang leider nicht. Der Axenwinkel scheint in verschiedenen Individuen erheblich zu variiren; es wurde gemessen für rothes Glas:

$$2E = 19°55, 23°15, 27°5', 20°55'.$$

Differenz $\gamma-\alpha=0.036$. Umschliesst reichlich Titanit, Erzkörner, Apatit, Zirkon sowie körnige Schlieren eines hellgelblichen. isotropen z. Th. schwach doppelbrechenden Zersetzungsproduktes.

Quarz; zeigt häufig intensive Deformationserscheinungen; wir finden hier alle jene, bei anderen Vorkommen bereits beschriebenen Fälle wieder. Ausserdem wurden folgende recht

---

1) Aus diesen Differenzen lässt sich nach der bekannten Formel:

$$\cos^2 V = \frac{\frac{1}{\beta^2} - \frac{1}{\gamma^2}}{\frac{1}{\alpha^2} - \frac{1}{\gamma^2}} = \frac{\alpha^2}{\beta^2} \cdot \frac{\gamma^2-\beta^2}{\gamma^2-\alpha^2}$$

also annähernd $= \cos^2 V = \frac{\gamma-\beta}{\gamma-\alpha}$, der Winkel der optischen Axen zu 86°57′ berechnen.

instructive Durchschnitte beobachtet, die vielleicht Einiges zur Erklärung dieser eigenthümlichen Verhältnisse (undulöse, stengelige Auslöschung) beizutragen im Stande sein werden (cf. Figur XXXI und XXXI a).

Fig. XXXI.

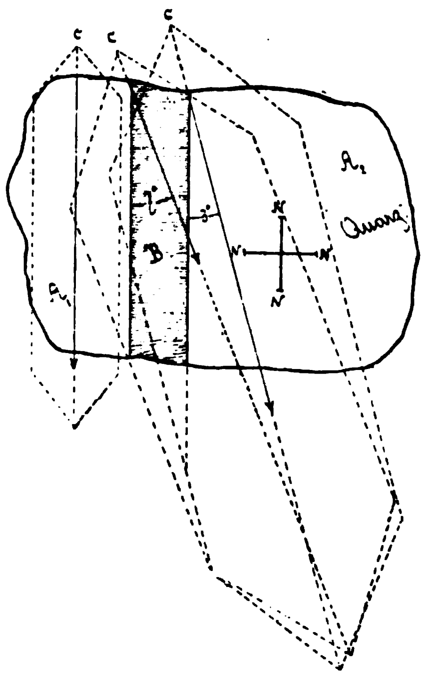
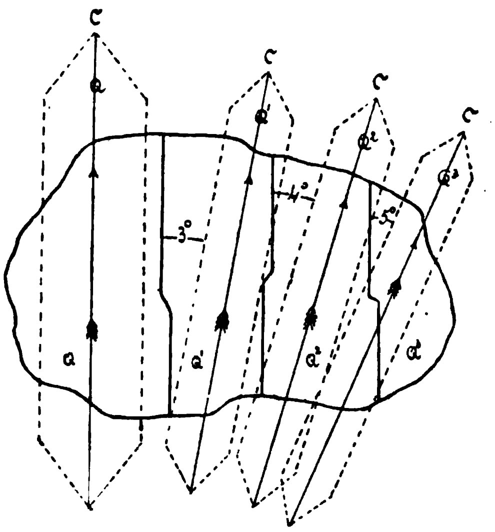


Fig. XXXI a.



Ein in gewöhnlichem Lichte absolut homogener, rissfreier Durchschnitt A_1 B A_2 zerfällt in polarisirtem Lichte in drei Theile; der mittlere, von zwei parallelen Linien scharf begrenzte Streifen B erscheint heller, wenn die Partien A_1 und A_2 relativ dunkler sind. Der Streifen A_1 löscht, wenn eine der Grenzlinien von B mit dem Nicolhauptschnitt zusammenfällt, also gerade, aus; der Streifen B löscht unter 7° und A_2 unter 3° zur Grenzlinie und zwar B später als A_2 aus; die Auslöschungsrichtungen in B und A_2 sind gleichgesinnt und entsprechen in allen 3 Theilen (A_1 B A_2) der Axe kleinster Elasticität c. Der Durchschnitt besteht also aus drei, einem gerade gestellten und zwei um kleine Winkel gegen dasselbe gewendeten Individuen, wobei das erste Individuum B mehr gewendet ist als A_2. Andere Durchschnitte bestehen gewöhnlich aus mehreren, oft zahlreichen ebenfalls gegen einander fächerweise gewendeten stengeligen Individuen (Figur XXXI a); sie löschen unter verschiedenen kleinen zunehmenden Winkeln *nacheinander* im gleichen Sinne (zur Streckungsaxe der Streifen) aus; die zu den Trennungslinien der Lamellen zunächst gelegenen Schwingungsrichtungen scheinen immer c zu sein. Bis auf winzige leere und fluidale Poren ist dieser Quarz fast frei von Einschlüssen.

Titanit; ziemlich häufig; namentlich im Biotit eingeschlossen oder in unmittelbarer Nähe desselben; bildet einerseits unregelmässige, von groben Rissen durchzogene Partien, andererseits Kryställchen von gerundet lang-rhombischem Querschnitt; oft liegen diese kleinen Kryställchen haufenweise beisammen. Pleochroismus wahrnehmbar: c und b röthlich, a fast farblos in's Gelbliche.

Apatit; gedrungene kurzsäulenförmige 0.03 mm.—0.10 mm. breite und 0.08 mm. —0.30 mm. lange Krystalle von bald scharf hexagonalem, bald völlig gerundetem Querschnitt; einige derselben beherbergen einen zur Prismenaxe parallelen Schlauch, der wahrscheinlich mit Glas erfüllt ist. Die namentlich im Amphibole schwebenden Apatite sind oft von einem dunklen Hof umgeben.

Zirkon; entgegen den präcisen Angaben Herrn Eichstädt's vermochte ich nur ein einziges, sehr kleines (0.06 mm. langes, 0.03 mm. breites) Kryställchen nach (100) (110) (111) von unzweifelhaftem Zirkon aufzufinden.

Erz; kleine Erzkörner kommen in allen Gemengtheilen vor; um grössere unregelmässig eckige Erzpartien gruppiren sich stellenweise Körner von verschiedenen Dimensionen in grosser Anzahl und bilden auf diese Weise Flecken, die im Gesteine ziemlich regelmässig vertheilt zu sein pflegen. Betrachtet man einen solchen Fleck (cf. Figur XXXII),

Fig. XXXII.



so kann man sich des Eindruck's kaum erwehren, dass die centrale grössere Erzmasse als Attractionscentrum für die kleineren Partien und diese ihrerseits für die Körner und feinsten Partikel gedient haben; wir finden hier eine analoge Erscheinung wie im Gestein von Svartdal (cf. p. 173), wo Titaneisenleistchen eine polare Attraction auf Hornblendesäulchen auszuüben scheinen. Da viele Erzkörner von einer gelbpelluciden Hülle umgeben sind, so mag ein Theil des Erzes dem Titaneisen oder Titanomagnetit angehören.

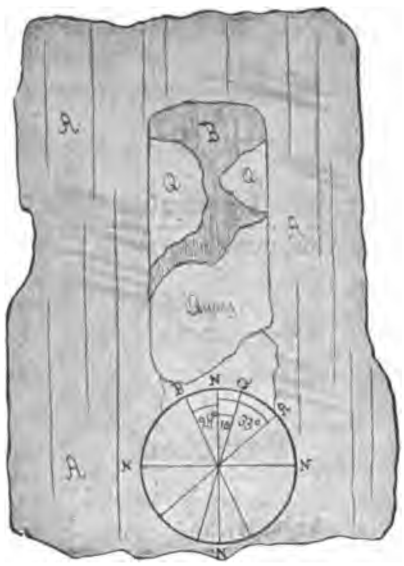
Anatas (?); Eine grössere Erzpartie umschliesst quadratische, bräunliche, halbpellucide und schwach doppelbrechende Durchschnitte, die vielleicht optisch anomaler Anatas sein (Figur XXXIII) mögen.

Fig. XXXIII.



Zersetzungsprodukte; der Biotit ist hie und da in Chlorit, hie und da in ein isotropes hellgelblich bis farbloses Mineral umgewandelt; das selbe besitzt bald spindelförmige, bald ganz unregelmässige Umrisse und ist zwischen den Glimmerlamellen wie eingeklemmt. Einmal wurde eine sehr interessante Verdrängungspseudomorphose von Quarz nach Feldspath wahrgenommen (Figur XXXIV). Wir sehen eine in einem grossen Feldspathe nach dem Albit-

Fig. XXXIV.



gesetze interponirte, sehr breite Plagioklaslamelle, die theilweise von homogener einheitlich polarisirender Quarzmasse aufgezehrt und ersetzt wird.

Das Muttergestein der Sphäroide ist von Herrn Bäckström mit folgenden Resultaten analysirt worden:

Analyse XXXI des Gesteins (Herr Bäckström).

		Sauerstoff:		Elemente:	Quotienten:					
Kieselsäure	56.97	= 30.384	+ Si	26.586	= 0.9496	0.9579				1.8231
Titansäure	0.86	= 0.265	+ Ti	0.415	= 0.0088					
Thonerde	20.96	= 9.768	+ Al	11.192	= 0.4070				0.8652	
Eisenoxyd	—	—		—	—					
Eisenoxydul	3.28	= 0.730	+ Fe	2.550	= 0.0455			0.4582		
Kalk	6.58	= 1.880	+ Ca	4.700	= 0.1175	0.1367	0.4127			
Magnesia	0.77	= 0.308	+ Mg	0.492	= 0.0192					
Kali	2.91	= 0.495	+ K	2.415	= 0.0620	0.2760				
Natron	6.63	= 1.710	+ Na	4.920	= 0.2140					
Glühverlust	1.99		O	45.540	= 2.9525					
Summa:	100.52									

Sauerstoff der Monoxyde		5.123
»	» Sesquioxyde	9.768
»	» SiO_2 und TiO_2	30.649

$$= \frac{5.123 + 9.768}{30.649} = 0.485$$

oder:

$$\frac{\text{Summe der Metallquotienten } 1.8231}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoffs } 2.9525} = 0.617$$

Variolen.

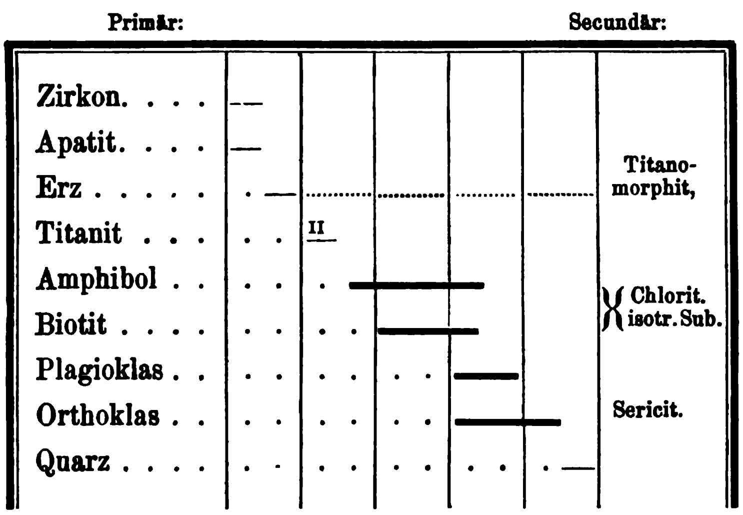
Kerne.

Die Kernmasse unterscheidet sich makroskopisch von dem Muttergestein durch deren im Allgemeinen feineres Korn, die Abnahme des Kornes und die Anhäufung der dunklen Gemengtheile von innen nach aussen hin. Mit blossem Auge kann man darin, Feldspath, sehr wenig Quarz, Hornblende, Biotit und Erz erkennen.

Mikroskopische Zusammensetzung der Kornmasse.

- Primäre Gemengtheile . .
  - Wesentliche . .
    - Orthoklas (a)
    - Plagioklas (t)
    - Amphibol (A_2)
    - Biotit (M)
  - Accessorische .
    - Quarz (q)
    - Titanit (F_7)
    - Apatit (F_5)
    - Erz ($F_{1 \cdot 2}$)
    - Zirkon F_6)
- Secundäre Gemengtheile . . . .
  - Titanomorphit
  - Muskovit
  - Chlorit.

Die Ausscheidungsfolge besitzt einen etwas anderen Habitus als im Gestein:



Mit Formeln würden wir dies schreiben:

$$\Gamma\alpha\beta - \overline{(F_{1\cdot 2\cdot 5\cdot 6\cdot 7})}\ \underline{A_2 M t a \dot{q}}.$$

Wir haben hier somit nur je eine Generation der Gemengtheile d. h. ohne Recurrenz und überdies erscheint Amphibol und Biotit dem Feldspath gegenüber viel häufiger und deutlicher idiomorph als dort, und schliesslich spielt Quarz eine ganz untergeordnet accessorische Rolle, während der Titanit viel reichlicher vorhanden ist und von innen nach aussen stetig zunimmt; derselbe ist eben offenbar an die eisenhaltigen Silicate gebunden und es nimmt seine Frequenz mit derjenigen dieser letzteren zu. Die Stuctur ist z. Th. panidiomorph-miarolitisch z. Th. hypidiomorph körnig zu nennen; sie unterscheidet sich von derjenigen der Matrix durch den deutlicher idiomorphen Character der Gemengtheile.

Plagioklas; ganz frisch; etwas reichlicher als im Gestein; Zwillingsbildungen meist nach dem Albit-, seltener auch nach dem Periklingesetz. Es konnten folgende symmetrische (in 25 Präparaten zusammengesucht) Auslöschungsschiefen gemessen werden:

I —	3° 11′,	3° 27′
II —	5° 15′,	5° 32′
III —	10° 14′,	10° 7′
IV —	13° 59′,	14° 9′
V —	26° 26′,	27° 1′.

Obgleich diese Werthe zu beiden Seiten der Zwillingsnaht oft um 10′—20′ schwanken d. h. um diese Grösse ungleich sind, so zeigen sie doch offenbar an, dass mehrere Glieder der Feldspathreihe in einem und demselben Gesteine nebeneinander vorkommen. Die Fedoroff'sche Methode liess sich nur in einem Falle bei zu III und IV gehörenden Durchschnitten anwenden; ein zu n_m senkrechter Durchschnitt ergab: $n_m \wedge A_2$ 50°, $O = 17°$, was auf eine Labradoritmischung hindeuten würde. Jedenfalls repräsentiren die unter V angeführten Werthe einen noch viel basischeren Plagioklas, als wir im Muttergestein aufzufinden vermochten.

Amphibol; in der peripherischen Randzone viel häufiger in der Richtung der Radien gestreckte Individuen; Pleochroismus wie im Gestein; die Auslöschungsschiefe hier ebenfalls auffallend gross.

Titanit; viel reichlicher vorhanden als im Gestein.

Alle übrigen Gemengtheile verhalten sich wie überall sonst und bieten keinerlei örtliche Eigenthümlichkeiten.

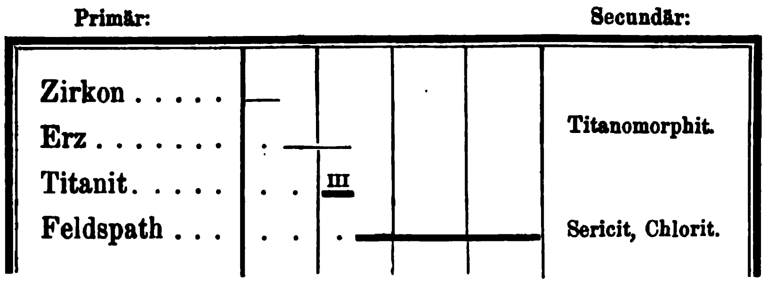
Calotten.

I. Die innere helle Zone besteht makroskopisch aus einer fast dichten, saussuritähnlichen Substanz mit reichlich eingestreuten opaken Partkelchen.

Mikroskopische Zusammensetzung der ersten Calotte.

Primäre Gemengtheile . . .	Wesentliche . .	Feldspath (t a). Titanit (F_7)
	Accessorische. .	Erz (F_2). Zirkon (F_6) Biotit (M).
Secundäre Gemengtheile		Titanomorphit. Muskovit (Sericit). Chlorit.

Die Paragenesis ist höchst einfach: in dem stark veränderten Feldspath schwimmen Körner von Erz, Titanit und seltener chloritisirte Biotitfetzen. Dies stellt folgende Tabelle graphisch dar:



Dies mit Formeln:

$$\Gamma\overset{\circ}{\rho} - \overline{(F_{\dot{1}\cdot\dot{2}\cdot\ddot{6}\cdot 7}\dot{M})} + \underline{\dot{t} + \overset{m}{\bar{a}})}.$$

Feldspath; allem Anscheine nach, wenigstens so gut man dies aus einzelnen nicht besonders häufigen unzersetzten Partien zu erkennen vermag, hauptsächlich Orthoklas mit wenig Plagioklas.

Titanit; idiomorphe Kryställchen, rundliche Körner sowie mosaikartig polarisirende Partien, welche letzteren öfters opake Körner beherbergen; in der unmittelbaren Nähe des Kernes bilden die Titanitkörner eine Art Kranz.

Erz; gerundete, meistens von einem körnigen, hellgelblichen Titanomorphitsaum umgebene Körner; zwischen den erzfreien Titanitpartien und diesen lassen sich alle Uebergangsstadien verfolgen, so dass wenigstens ein gewisser Theil des Titanits secundären Ursprungs ist.

Biotit; sehr spärliche, unregelmässige, zerfetzte chloritisirte Partien.

Bei sehr schwacher Vergrösserung ist eine stellenweise radiale Anordnung der Titanit- und Erzkörner unverkennbar.

II. In der äusseren Calotte häufen sich eisenhaltige Silicate so sehr an, dass sie fast schwarz aussieht und sich in Folge dessen und der Verschiedenheit des Kornes sehr scharf von der Zwischenmasse abhebt. Makroskopisch lassen sich darin nur schwarze und hellgraue Partikel auseinanderhalten.

Mikroskopische Zusammensetzung der peripherischen zweiten Calotte.

Primäre Gemengtheile. . .	Wesentliche . .	Plagioklas (t) Orthoklas (a) Biotit (M)
	Accessorische. .	Amphibol (A_2) Titanit (F_7) Apatit (F_5) Erz ($F_{1\cdot 2}$) Zirkon (F_6)
Secundäre Gemengtheile.		Titanomorphit Muskovit Chlorit

Die Ausscheidungsfolge ist graphisich in folgender Tabelle repräsentirt:

	Primär:				Secundär:
Zirkon. . . .	—				
Apatit. . . .	—				
Erz	—······	········	········	········	Titanomorphit.
Titanit. . . .	IV				
Biotit	. ——	——			Chlorit.
Amphibol . .	. .	——			isotr. Subst.
Plagioklas . .	. . .	. ——	——		
Orthoklas . .	. . .	. . .	. ——	——	Sericit.

Mit Formeln wäre dies zu schreiben:

$$\Gamma\alpha\mathring{\rho} — \overline{(F_{\dot{1}\cdot\ddot{2}\;\ddot{5}\cdot\ddot{6}\cdot\dot{7}})\,\overbrace{M\,\dot{A}}^{\rho}}{}_2\,\underline{\;t\,a}.$$

Hier nehmen die Gemengtheile einen noch ausgeprägter panidiomorphen Charakter an. Biotit und Amphibol verhalten sich gegen Feldspath und gegenseitig viel häufiger idiomorph als in allen anderen Theilen der Variolen. Der Titanitgehalt nimmt vom Gesteine beginnend, im Kerne, der I-ten und II-ten Calotte stetig zu, was mit den Zahlen I—IV in den paragenetischen Tabellen ausgedrückt werden soll. Betrachten wir im Dünnschliff diese Zone mit einer starken Loupe, so fallen folgende Structurverhältnisse in's Auge: der grösste Theil der Glimmerlamellen ist tangential zur Peripherie der Zonen gestreckt, dies gilt jedoch nur ganz im Allgemeinen, denn in Wirklichkeit machen sie mit der Contourlinie alle möglichen flachen Winkel; der kleinste Theil derselben und der Amphibolindividuen stehen fast senkrecht auf derselben; es besteht also immerhin eine Tendenz zur radialen Anordnung. Auch die übrigen körnigen Gemengtheile d. h. die Feldspathe besitzen z. Th. tangentiale Streckungsaxen.

Plagioklas; sehr frisch; periklinartige Zwillingsbildungen, die in anderen Theilen der Variolen seltener vorkommen, sind hier ziemlich häufig. In Individuen mit zwei rechtwinkelig aufeinander stehenden Lamellensystemen betrug die symmetrische Auslöschung 2°—3°; in einigen einfach gestreiften Durchschnitten, die man als nach M (010) getroffen ansehen dürfte, erreichte sie Winkel von 8°—9°. Vermittelst der Fedoroff'schen Methode wurde gefunden: $A_1 \wedge A'_2 = 28°$, $O = 36°$ d. h. Werthe, die einer Mischung von Ab_3 An_2 entsprechen würden (die dazu gehörenden Auslöschungsschiefen sind nach der Tabelle von Max Schuster: P (001) = — 2.18°, M (010) = — 8.45°). Diese Daten ergänzen sich nun derart, dass man im vorliegenden Feldspath mit ziemlicher Sicherheit einen Andesin vermuthen darf.

Von den Sphäroiden als Ganzes liegt folgende Analyse Herrn Bäckström's vor:

Analyse XXXII der Variolen (Herr Bäckström).

		Sauerstoff:	Elemente:		Quotienten:					
Kieselsäure	53.77 =	28.677 +	Si	25.098 =	0.8992	0.9110				
Titansäure	1.21 =	0.470 +	Ti	0.740 =	0.0148					
Thonerde	20.86 =	9.720 +	Al	11.140 =	0.4051					1.7591
Eisenoxyd	—	—		—	—					
Eisenoxydul	5.93 =	1.310 +	$\overset{\shortparallel}{Fe}$	4.620 =	0.0825				0.8481	
Kalk	5.04 =	1.440 +	Ca	3.600 =	0.0900	0.1550				
Magnesia	2.76 =	1.104 +	Mg	1.656 =	0.0650			0.4430		
Kali	2.87 =	0.488 +	K	2.382 =	0.0611	0.2055	0.3605			
Natron	5.01 =	1.293 +	Na	3.717 =	0.1444					
Glühverlust (H_2O)	1.86		O	44.502 =	2.7814					
Summa:	99.31									

Sauerstoff der Monoxyde	5.635
» » Sesquioxyde	9.720
» » SiO_2 und TiO_2	29.147

$$= \frac{5.635 + 9.720}{29.147} = 0.526$$

oder

$$\frac{\text{Summe der Metallquotienten } 1.7591}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoffs } 2.7814} = 0.632$$

Die chemische Analyse der dichten dunklen, peripherischen Kernhülle ergab folgende Resultate:

Analyse XXXIII der dunklen Kernschale.

Volum-Gewicht bei 15° C: 2.839.

		Sauerstoff:	Elemente:	Quotienten:					
Kieselsäure	51.12	= 27.265 +	Si 23.855	= 0.8520	0.8772				
Titansäure	2.06	= 0.800 +	Ti 1.260	= 0.0252					
Thonerde	21.05	= 9.810 +	Al 11.240	= 0.4090	0.4185				1.8160
Eisenoxyd	0.79	= 0.237 +	$\overset{\text{III}}{Fe}$ 0.532	= 0.0095					
Eisenoxydul	6.21	= 1.380 +	Fe 4.830	= 0.0860				0.9388	
Kalk	6.33	= 1.810 +	Ca 4.520	= 0.1130	0.1923		0.5203		
Magnesia	3.17	= 1.268 +	Mg 1.902	= 0.0793		0.4343			
Kali	2.53	= 0.431 +	K 2.099	= 0.0540	0.2420				
Natron	5.83	= 1.505 +	Na 4.325	= 0.1880					
Glühverlust(H_2O)	1.26		O 44.506	= 2.7816					
Summa:	100.35								

Sauerstoff der Monoxyde	6.394
» » Sesquioxyde	10.047
» » SiO_2 und TiO_2	28.065

$$= \frac{6.394 + 10.047}{28.065} = 0.585$$

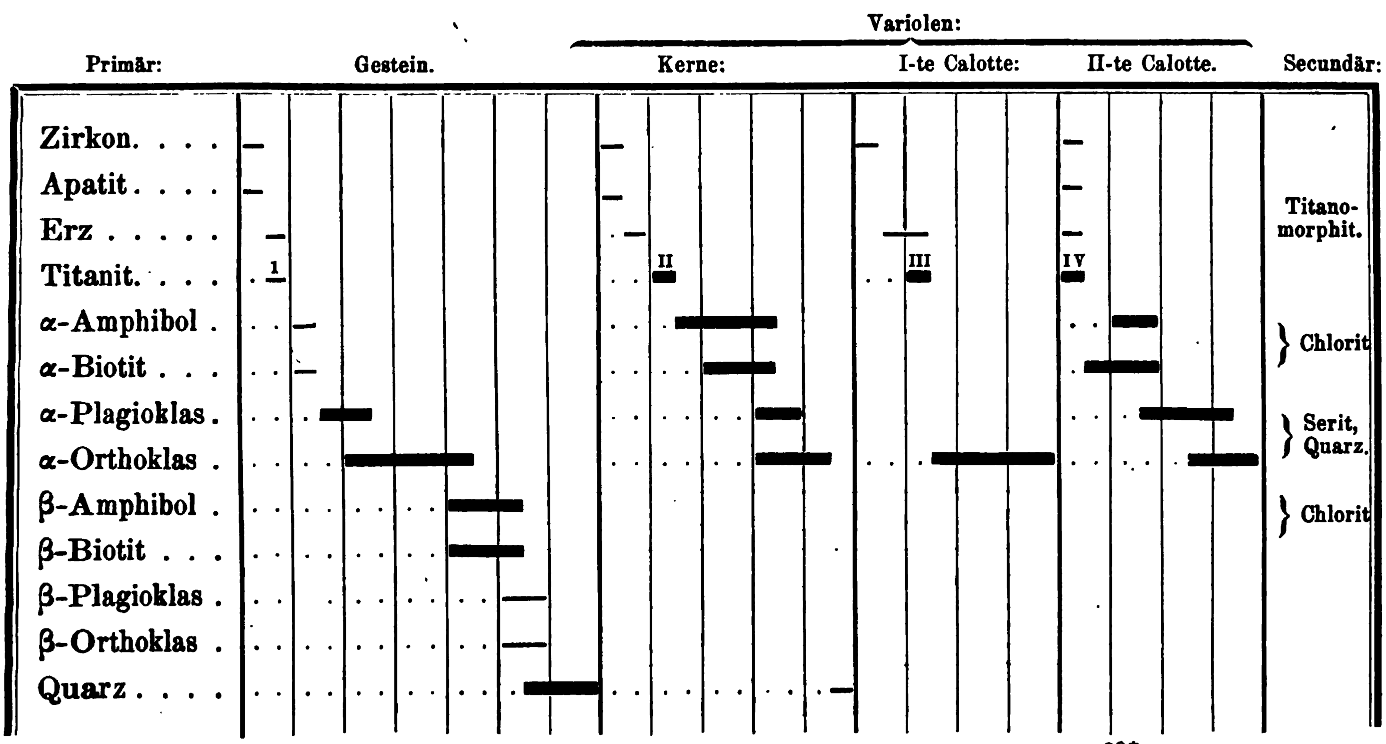
oder

$$\frac{\text{Summe der Metallquotienten } 1.8160}{\text{Quotient des Gesammtsauerstoffs } 2.7816} = 0.653$$

Zusammenstellung des mikroskopischen Bestandes aller Theile des Gesteins.

		Gestein.	Variolen. Kerne.	 I-te Calotte.	 II-te Calotte
Primäre Gemengtheile	Wesentliche	Orthoklas Plagioklas Amphibol Biotit Quarz	Orthoklas Plagioklas Amphibol Biotit	Feldspath Titanit	Orthoklas Plagioklas Biotit
	Accessorische	Mikroklin Apatit Erz Titanit Zirkon	Quarz Apatit Erz Titanit Zirkon	Biotit Erz Zirkon	Amphibol Apatit Erz Titanit Zirkon
Secundäre Gemengtheile .		Titanomorphit Muskovit Chlorit	Titanomorphit Muskovit Chlorit	Titanomorphit Muskovit Chlorit	Titanomorphit Muskovit Chlorit.

Zusammenstellung der paragenetischen Verhältnisse:



Uebersichtstabelle der Analysen:

Analysen:	XXXI. Amphibolgranit.	XXXII. Variolen (als Ganzes).	XXXIII. Dunkle Schale d. Kerne.
Kieselsäure	56.97	53.77	51.12
Titansäure	0.68	1.21	2.06
Thonerde	20.96	20.86	21.05
Eisenoxyd	—	—	0.79
Eisenoxydul	3.28	5.93	6.21
Kalk	6.58	5.04	6.33
Magnesia	0.77	2.76	3.17
Kali	2.91	2.87	2.53
Natron	6.63	5.01	5.88
Glühverlust (H_2O)	1.96	1.86	1.26
Summa	100.52	99.31	100.35
Volum-Gewicht	—	—	2.889
Sauerstoffquotient	0.485	0.526	0.585
O-Quotient	0.617	0.632	0.653
Analysator:	Bäckström.	Bäckström.	Autor.

Gestein und Variolen unterscheiden sich untereinander hinsichtlich des mineralogischen Bestandes folgendermassen:

Gestein.	$(a > t) > (M > A_2) > (q > \overset{I}{F_7})$
Kern d. Variolen .	$(a > t) = (M = A_2) > (\dot{q} > \overset{II}{F_7})$
innere Calotte . . .	$(a > t) > (\overset{III}{F_7} > F_{1 \cdot 2}) > \dot{M}$
äussere Calotte . . .	$(a < t) \underset{\bullet}{=} (M > A_2) > \overset{IV}{F_7}$

Ausserdem erweist die chemische Constitution, dass die Kerne basischer sind als das Muttergestein; sie sind schon deswegen basischer, weil sie viel weniger Quarz und mehr Eisen-Magnesia-Silicate führen. Was die genetische Bildung der Variolen anbetrifft, so sehen wir uns in diesem Falle genöthigt, die Kerne als ältere basischere Ausscheidungen aufzufassen, um welche herum bei fernerer Gesteinsevolution Calotten von intermediärer Acidität sich abgesetzt haben, wie dies auch bei Kugelbildungen um fremde Einschlüsse stets stattzufinden pflegt. Das Gestein von Slättmosa ist daher keine ursprüngliche d. h. durch den Erstarrungsmodus des Magmas allein, sondern eine durch früher stattgefundene Ausscheidung (Erstarrung) von basischem Material bedingte und hervorgerufene makrovariolithische Bildung.

Uebersicht der Resultate und Schlussbemerkungen.

Sämmtliche bisher beschriebenen holokrystallinen makrovariolithischen Gesteine zerfallen ihrer Structur nach in folgende zwei Hauptgruppen:

I	II.
Solche die fast ausschlieslich concentrisch schaalige Structur aufweisen.	Solche die neben concentrischer auch deutlich radial-strahlige Ausbildung aufweisen.
Slättmossa (Granit)	Ghistorrai (Granit)
Wirvik (Granit)	Altai (Granit)
Kortfors (Granit)	Kunnerdorf (Granit)
Craftsbury (Granit)	Mullaghderg (Granit)
Maine (Granit)	Norr Husby (Granit)
Amten See (Granulit)	M-te Maggiore (?) (Granit)
Stockholm (Granit)	Rattlesnake Bar (Granit)
—	S. L. di Tallano (Corsit)
—	Rudnik (Corsit)
—	Svartdal (Qu. Diorit)
—	Poudrière (Diorit)
—	Aldersbäck (Corsit)
—	Romsås (Gabbro)

In genetischer Beziehung lassen sich dieselben in folgende vier Gruppen zerlegen:

I-te Gruppe.	II-te Gruppe.	III-te Gruppe.	IV-te Gruppe.
Gruppe der durch fremde Einschlüsse hervorgerufener concentrisch sphäroidaler Bildungen.	Gruppe der durch Bruchstücke basischerer oder saurerer vor der Individualisation der Gesteinsmasse erstarrter Ausscheidungen oder Einschlüsse hervorgerufener Kugelbildungen.	Gruppe der sogenannten «Puddingranite».	Gruppe derjenigen Kugelgesteine, die als primäre Structurformen des Magmas und als endomorphe Kontaktbildungen gelten dürfen.
Altai	Slättmossa	Craftsburg	Stockholm
Kunnersdorf	Kortfors	Maine	Aldersbäck
Ghistorrai	Wirvik	Amten See	Svartdal
Rattlesnake Bar	Norr Husby (?)	—	Poudrière
Montemaggiore (?)	Mullaghderg	—	S-ta L. di Tallano
—	Stockholm (?)	—	Rudnik
—	—	—	Romsås

Bei Bildung der makrovariolithischen Structurform der Tiefengesteine spielen offenbar folgende Factoren und Bedingungen die Hauptrolle:

I. Es müssen Unterschiede in der Basicität innerhalb gewisser Magmatheile bestehen d. h. entweder basischere Ausscheidungen oder fremde Einschlüsse in einem saureren Magma oder umgekehrt saurere Ausscheidungen oder fremde Einschlüsse in einem basischeren Magma vorhanden sein.

II. Ausscheidungen oder Einschlüsse dürfen nicht vereinzelt in dem anders gearteten Magma herumschwimmen, sondern müssen auf einen relativ engeren (selbstverständlich hängt dies von der Beschaffenheit des Magmas selbst und der Einschlüsse ab) Raum zusammengedrängt sein. Aeltere basische bereits erstarrte Schlieren können in Folge von Bewegungen im noch flüssigen Magmaantheil in Stücke zerbrochen und diese auseinandergezerrt worden sein, so dass das Magma auf jedes einzelne Stück von allen Seiten einzuwirken vermochte.

Ganz derselbe Vorgang findet natürlich auch bei fremden Einschlüssen statt; sie werden nämlich von dem sich bewegenden Magma mitgeführt und schliesslich gestaut.

Da jedoch sehr basische Kerne in sehr aciden Magmen und umgekehrt sehr acide Kerne in sehr basischen Magmen bei genügend hoher Temperatur (wie sie etwa in abyssischen Gesteinreservoiren herrschen mag) einer völligen Resorbtion anheimfallen würden, so muss in Bezug auf Temperatur sowol als auch auf Basicität bei Kugelbildungen ein gewisses Optimum

existiren d. h. es dürfen keine extremen Aciditätsunterschiede zwischen Kernen und Magma vorhanden sein und eine gewisse mittlere Temperatur herrschen. Bedenkt man ferner, dass zur Sphäroidbildung ausserdem noch eine gewisse räumliche Beschränkung in der Vertheilung der Kerne erforderlich sei, so wird man zugeben, dass das Zustandekommen von Makrovariolenbildungen, welches von so vielen gleichzeitig in Wirkung tretenden Factoren und Bedingungen abhängt, schon an und für sich eine seltenere nur vereinzelt auftretende Erscheinung sein muss. Der Umstand allein, dass in den meisten von mir und anderen Forschern untersuchten Kugelgesteinen die concentrischen Hüllen aus zwischen Albit und Andesin liegenden, niemals aber in die Labradoritreihe hineingreifenden Plagioklasgliedern (natürlich mit Ausnahme der Corsite, die als einfache Analoga der Variolithe gelten können) bestehen, weist unzweideutig darauf hin, dass die Basicität der Kerne der Acidität des Magmas nur in geringem Grade entgegenwirke und dieselbe nur wenig zu neutralisiren vermag d. h. also dass zwischen beiden keine extremen Basicitätunterschiede vorhanden waren.

III. Sobald in dem flüssigen Magmaantheile bereits erstarrte Kerne vorhanden sind, so treten während der Corrosions- und Auflösungs-Vorgänge in unmittelbarer Nähe derselben (d. h. in einer concentrischen Zone um dieselben) Temperaturdifferenzen d. h. bis auf eine bestimmte Entfernung von den Kernen Temperaturerniedrigung, welche den ersten concentrischen Krystallausschuss einleitet, auf; bei jeder Krystallausscheidung, wird wie G. Becker[1]) gezeigt hat, wieder Wärme frei; ein bereits zähflüssiges Magma kann wieder etwas aufgelockert werden und darauf eine neue Ausscheidung von Gemengtheilen, die eine Calotte aufbauen, erfolgen.

IV. Die holokrystallinen Makrovariolen können kaum als intratellurische Bildungen gelten, denn sie müssten in Folge der Differenz in der Basicität in einem homogenen Granitmagmareservoir, woselbst eine ziemlich constante hohe Temperatur herrscht, der Auflösung und Resorbtion vollständig anheimfallen.

V. Bei vereinzelten im Granitmagma schwebenden heterogenen Einschlüssen (cf. dunkle Einschlüsse in Graniten p. 90) findet man nur höchst selten eine Art ganz untergeordneter Zonenbildung; z. B. habe ich an einigen dunklen Einschlüssen in Graniten einen etwas helleren, äusserst schmalen, peripherischen Saum eines Materials bemerkt, welches sowol vom umgebenden Granit als auch vom dunklen Einschluss verschieden ist d. h. offenbar aus der Verschmelzung beider hervorgegangen ist. Uebrigens habe ich nur zwei derartige Vorkommnisse kennen gelernt: Strigau und Cap Carbonara, Sardinien. Diese Erscheinung ist leicht erklärlich, wenn man bedenkt, dass bei überwiegendem flüssigem Magmaantheil keine Verschmelzungszonen um den starren Einschluss erhalten bleiben können, da sie durch Diffusion in das normale Magma und durch Strömungen in demselben sehr bald verwischt werden müssen. Sind dagegen die heterogenen starren Magmaantheile oder fremde Einschlüsse auf einen relativ engeren Raum zusammengedrängt, so kann dass noch flüssige Magma zwischen

1) *G. F. Becker*, a new law of thermochemistry, Am. Journal of Science, vol XXXI, p. 120.

denselben weniger rasch circuliren, die Diffusion nach aussen ist in Folge dessen geringer und es werden die Verschmelzungszonen länger stationär bleiben, Umstände, die eben den zur Strahlenbildung führenden Krystallisationsprocess einleiten. Die Zonen oder wenigstens gewisse Gemengtheile derselben besitzen daher eine zwischen Kern- und Gesteins-Material stehende intermediäre Basicität oder Acidität.

VI. Durch völlige Resorbtion und Assimilirung von Einschlüssen entstehen besonders in Graniten, deren Feldspäthe sonst keine Spur von Zonarstructur aufweisen, vom normalen Gesteine gar nicht unterscheidbare Partien mit prachtvoll zonar struirten Feldspäthen; auch in der Nähe noch nicht völlig verdauter Einschlüsse finden wir in der Regel solche zonare Feldspäthe; denn dort, wo fremdes heterogenes Feldspathmaterial hinzukommt, müssen ja naturgemäss an die Granitfeldspäthe basischere oder saurere Zonen anschiessen.

VII. Die verschiedenen krystallonomischen Orientirungsarten der zur Individualisation gelangenden Gemengtheile in Bezug auf den Kern, der ein Krystallindividuum oder auch ein heterogenes Gemenge sein kann, sind bei Krystallkernen in einer Art richtenden dem centralen Krystalle innewohnenden Energie, bei gemengten Kernen in einer Art Attraction eines starren Körpers auf die sich aus einem flüssigen Substrat ausscheidenden Gemengtheile zu suchen. Dass im feuerflüssigen Magma solche anziehenden und richtenden Kräfte in der That auch wirklich vorhanden sein müssen beweisen die hier angeführten Fälle (p. 173, Fig. XIV und p. 218, Fig. XXXII). Z. B. ist meiner Ansicht nach das Gestein von Svartdal direkt durch Anziehung der Hornblende-Nadeln durch die in den Kernen angehäuften grösseren Erzmassen entstanden.

VIII. Am variolithischen Granit vom Altai sind folgende interessante Beobachtungen angestellt worden: an der inneren breiten auf den unregelmässigen Kern folgenden Calotte bemerkt man makroskopisch keinerlei radialstrahlige Differenzirung. Solche aus feinsten Anorthitstrahlen aufgebaute Variolen, die aber makroskopisch durchaus homogen erscheinen, kommen im Corsit (cf. Fig. XXXV) und im Gestein von Ghistorrai vor. U. d. M. zerfällt dieser ganze Complex in lauter nach der Klinodiagonale gestreckte, zahnartig ineinandergreifende, um die Klinoaxe gedrehte Feldspathindividuen. Die erste innere Calotte besteht aus monoklinem Feldspath, die zweite breitere wird von Andesinindividuen aufgebaut; diese Plagioklasmischung zeigt, wie es die Tschermak'sche Theorie voraussieht, sowol auf der Basis wie auf dem Klinopinakoid eine zur Zonenkante ($\{001\}:\{010\}$) fast parallele Auslöchungen. Seine Stellung in der Feldspathreihe entspricht daher dem Schnittpunkte beider von Max Schuster[1]) empirisch gefundenen Curven nach P (001) und M (010). Die chemische Constitution dieses Andesins entspricht ferner vollkommen einer solchen Auffassung, denn man kann daraus eine Mischung von 29 Theilen Albit mit 71 Theilen Anorthit berechnen, die eben durch den Schnittpunkt beider Curven gegeben ist. Da die Existenz eines solches Plagioklases füglich als «*crucial test*» der Tschermak'schen Theorie gelten darf, so habe ich demselben den

1) Max Schuster, Optische Orientirung der Plagioklase, Tschermak's Min. u. Petr. Mitth. Bd. III, Taf. IV.

Namen **Tschermakit** beigelegt. Die dritte Calotte besteht aus einem basischeren Plagioklas, der aus 60 Theilen Albit und 40 Theilen Anorthit zusammengesetzt wird; die einzelnen Elemente desselben sind nach der Klinodiagonale gestreckte, dünnstengelige, radial gestellte Individuen (vergl. Schematischer Durchschnitt Taf. II, Fig. 3).

Besonders bemerkenswerth erscheinen die im Granitteig vorkommenden mechanisch veränderten Quarze[1]); fast in allen quarzhaltigen Kugelgesteinen, die ich zu studiren Gelegenheit hatte, waren derartige mechanische Veränderungen des Quarzes besonders deutlich ausgeprägt. Dieselben sind wahrscheinlich dadurch, dass die fertigen Kugelgebilde als starre, in dem im Erkalten begriffenen Granitmagma schwebende Körper von grösserer Dichte auf die sich darin ausscheidenden Quarze einen ungleichmässigen Druck ausgeübt haben, entstanden. Doch muss ich gleich hier darauf hinweisen, dass die hier beschriebenen Structureigenthümlichkeiten in eine ganz andere Categorie zu gehören scheinen als die von Brewster und neulich von Judd studirten Erscheinungen am Amethyst.

Von der bekannten undulösen d. h. streifenweise über den Durchschnitt hinrollenden Auslöschung ausgehend haben wie hier alle intermediäre Stadien bis zum Zerfallen der Quarzindividuen in subparallel-stengelige, keilförmige, dann fast parallel-lamellare Subindividuen mit scharf markirten Grenzlinien und zuletzt in mikroklinähnliche, jedoch schiefwinkelige (cf. Taf. II, Fig. 8) aus feinsten, geradlinigen Lamellen aufgebaute Gitter constatiren können. Das genaue Studium solcher Bildungen hat (wenigstens für die aus parallelen Lamellen bestehenden Durchschnitte) Folgendes ergeben: in jedem Durchschnitt ist gewöhnlich ein scharf abgegrenzter longitudinal (d. h. parallel zu der Grenzlinie) auslöschender Streifen, welcher sich entweder am Rande oder mitten im Durchschnitte befindet, vorhanden. Die darauffolgenden Streifen löschen mit zunehmenden Auslöschungsschiefen in gleichem Sinne aus oder es zeigt der zunächst liegende Streifen eine grössere Auslöschungsschiefe als die darauffolgenden; liegt der gerade auslöschende Streifen in der Mitte des Durchschnittes, so löschen manchmal die zu beiden Seiten desselben befindlichen Lamellen fächerförmig nach entgegengesetzten Richtungen (cf. Schemata Fig. XXXI und XXXI a) unter allmählig zunehmenden Winkeln aus. Die longitudinalen ebenso wie die zur Längsaxe der Streifen geneigten Schwingungsrichtungen entsprechen, wenigstens in den von mir beobachteten Durchschnitten, stets der Axe kleinster Elasticität $\mathfrak{c}$. Somit sind die gerade auslöschenden Streifen nach dem Prisma gestreckt und von demselben begrenzt; alle übrigen schief auslöschenden Lamellen sind um kleine Winkelwerthe gegen die ersteren (wahrscheinlich um eine zur Hauptaxe c normale Axe) gedrehte Individuen.

Der Habitus des Zirkons aus dem Granitteig ist wesentlich von demjenigen aus den Variolenkernen verschieden; ersterer ist durch zum Granittypus gehörende scharfkantige

1) Ueber lamellare Structur des Quarzes: Brewster, Trans. Roy. Soc. Edinb. vol. IX, p. 149. Böcklen, Neues Jahrb. 1883, B. I, p. 62 sq. von Chrustschoff, Neues Jahrb. 1885, B. II, p. 71, Taf. IV, Fig. 2 a. Judd, Min. Mag. 1883, vol. VIII, p. 1—8. Judd, Min. Mag. vol. X, p. 1—13. Ueber undulöse Auslöschungen beim Quarze und Zerfallen derselben in optisch verschieden orientirte Partien in Folge von Druckphänomenen in Gesteinen findet man bei unzähligen Autoren vereinzelte Notizen.

letzterer durch etwas abgerollt aussehende Krystalle und namentlich dadurch, dass dieselben sämmtlich einen centralen opaken Einschluss führen, charakterisirt.

IX. Die Variolen aus dem Granit von Kunnersdorf besitzen Calotten von ganz eigenartiger Structur; an die Krystallkerne legen sich zuerst Orthoklasindividuen so an, dass ihre Klinoaxen d. h. auch die beiden Hauptspaltbarkeiten den Flächen derselben parallel und im Falle von gemengten Kernen, zur Contur derselben tangential orientirt sind; diese Zone ist nun besetzt von sternförmig radial angeordneten Mikropegmatitkeilen, deren breite Basis nach innen, die Spitzen nach aussen gekehrt sind; zwischen diesen letzteren steckt dieselbe zuckerkörnige granitische Masse, die auch eine schmale peripherische Randzone um die Variolen bildet und unverdaute Reste des Kerngesteins führt. Dass die nach aussen mit Krystallelementen scharf begrenzten Randzonen der Krystallkerne thatsächlich als Anfang der Kugelbildung gelten dürfen, geht daraus hervor, dass zwischen beiden stets noch granitisches körniges Material steckt (siehe Taf. I). Die Orthoklas-Krystall-Kerne zeigen eine in vielen Beziehungen eigenartige Mikroperthit- oder Kryptoperthitstructur, die z. Th. vielleicht ihren Ursprung dem Eindringen von wässerigen aus dem Granitmagma stammenden Lösungen (agents minéralisaturs) in durch Druck nach beiden Hauptspaltbarkeiten hervorgebrachte Risse verdankt (cf. p. 69 u. 70, Fig. 3); ihre chemische Constitution ist gleichfalls recht eigenthümlich.

In genetischer Beziehung besonders bemerkenswerth erscheinen die in Krystallkernen, Granitkernen und den Calotten reichlich vorhandenen Resorbstionsreste (sit venia verbo! «unverdauten Partikel») einer älteren Plagioklasgeneration; die getrübten unregelmässigen Kerne— d. h. die eigentlichen Resorbtionsreste —sind von einer wasserhellen häufig mikropregmatitisch von Quarz durchwachsenen Randzone umgeben; die getrübten Kernpartien (cf. Fig. IV, p. 74) löschen bald früher bald später als die Ränder aus und sind demnach bald basischer bald saurer als diese letzteren. Die Verbreitungsart dieser eigenthümlichen Resorbtionsreste, ferner die Gleichheit der Mikrostructurverhältnisse der Krystallkern- und Granitkern-Orthoklase sowie endlich der chemische Charakter des Gesteinsorthoklases weisen darauf hin, dass die Krystall- und Granit-Kerne integrirende Bestandtheile ein und desselben Gesteins d. h. eines feinkörnigen durch grosse Orthoklaseinsprenglinge ausgezeichneten Granits seien, der ein wenig basischer ist und weniger Quarz enthält als das Muttergestein der Sphäroide.

Der Zirkon des Muttergesteins besitzt einen von demjenigen der Krystall- und Granitkerne abweichenden granitischen Typus. In den Calotten finden wir beide Typen zusammen. Dieser älteste primordiale Gemengtheil weist allein schon darauf hin, dass Muttergestein der Sphäroide und Krystallkerngestein heterogene Dinge und die Calotten durch Assimilation (Vermischung) beider entstanden seien.

X. Beim Gestein von Kunnersdorf wurde mit auffallend günstigen Resultaten die Bestimmung des freien Quarzgehaltes auf chemischem Wege durchgeführt. Die abgewogene sehr fein pulversirte Substanzmenge (derselben Portion wurde das zur Analyse erforderliche Material entnommen) wurde der Einwirkung von $H_2 SO_4$ mit etwas Wasser während

48—60 Stunden in meinem hermetisch verschliessbaren Platingefäss ausgesetzt[1]), der Verschluss geöffnet, das Ungelöste nochmals unter Druck mit HCl behandelt, dann mit Königswasser und schliesslich mit warmer concentrirter Kieselflussäure digerirt. Der auf diese Weise gewonnene — alle Operationen sind mit grösster Vorsicht und Sorgfalt ausgeführt worden, so dass der Substanzverlust auf ein Minimum reducirt sein musste — unlösliche Antheil erwies sich unter dem Mikroskope als absolut reiner Quarz. Bei dieser Gelegenheit habe ich mich überzeugen können, dass gewisse homogene und namentlich mikroperthitisch struirte Orthoklase sowie ziemlich saure, dem Albit nahestehende Plagioklase vollständig zersetzt werden, wenn das Gesteinspulver nur fein genug ist und die Einwirkung der Säuren lang genug andauert. Obgleich ich öfters habe constatiren können, dass die Behandlung mit Kieselflusssäure fast überflüssig d. h. allem Anscheine nach nur noch Quarz ungelöst geblieben sei, so habe ich doch den Rest, um sicher zu gehen, stets noch mit Kieselflusssäure digerirt.

XI. Das Gestein von Rattlesnake Bar ist kein Diorit, wie von Rath anzunehmen geneigt war, sondern ein Amphibolgranit ähnlich wie derjenige von Slättmossa. Das Auffallendste an diesem Vorkommen ist die regelmässige Form der Sphäroide sowie ihr deutlich ausgeprägter radialstrahliger Charakter; eine bestimmte durchgreifende krystallographische Orientirungsart, wie wir sie in anderen Vorkommen kennen gelernt haben, der strahlig angeordneten Gemengtheile zueinander und zum Kerne scheint hier nicht vorhanden zu sein. Amphibol, Plagioklas, Erzkörner und -Partien sind eben häufig nach den Radien gestreckt, die Streckungsrichtungen jedoch der einzelnen Individuen sind verschieden: Mitunter ordnen sich auch runde Körner hintereinander (cf. Mulaghderg) radial an. Die radiale Disposition der Gemengtheile wird von innen nach aussen in den Variolen immer ausgeprägter, so dass in der peripherischen Calotte sogar die Feldspäthe sämmtlich radial gestellt sind. — Von allen Gemengtheilen ist nur der Amphibol im Gesteine sowol als auch in allen Theilen der Variolen z. Th. intakt geblieben, so dass man recht frisches Hornblendematerial zu isoliren vermag. Der Amphibol des Muttergesteins, der Variolenkerne und der Calotten weisen gewisse Verschiedenheiten in ihrer chemischen Zusammensetzung auf; in dem Gestein treffen wir die sauerste, in den Kernen die basischeste Amphibolvarietät, während die Calottenhornblende zwischen den beiden ersteren steht. Der Plagioklas scheint im Allgemeinen in den Calotten von innen nach aussen an Basicität abzunehmen; doch sind hier zum mindesten zwei Feldspathglieder nebeneinander vorhanden und es ist nur sehr zu bedauern, dass ich es seiner Zeit unterlies mehrere Feldspatharten zu isoliren zu suchen. Eine aus den wasserhellen Partien der Zonen isolirte Probe erwies sich als eine der Albitreihe angehörende Mischung, nämlich $Ab_6 An_1$. Der Zirkon des Muttergesteins gehört zum echten Syenittypus, wie man

1) Müller, Journal für prakt. Chemie, B. 98, p. 14. Müller, Fresenius Zeitschr. für analyt. Chemie, B. V, p. 436. Laufer, Ber. d. deutschen Chem. Gesellsch., 1878, B. XI, 60, 935. Karpinsky, Bull. d. geolog. Comité's, 1884, 275. Hazard, Zeitschr. f. analyt. Chemie, 1884, p. 158. Lorenzen, Ofvers. af. Vetens. Akad. Förh., 1884, p. 187; ferner cf. Neues Jahrb. 1892, II. Band, p. 232.

ihn sehr schön im Syenit von Heppenheim im Odenwald studiren kann; die Kerne führen einen Zirkon, der einen solchen Habitus besitzt, wie ich ihn besonders in echten Gneissen angetroffen habe; merkwürdiger Weise weist der Calottenzirkon einen ganz individuellen, von den beiden ersteren abweichenden Charakter auf.

XII. Der sog. Noritgneiss von Aldersbäck, d. h. wahrscheinlich ein Norit, dessen gneissartiger Character in Folge von intensivem Dynamometamorphismus entstanden sein mag, umschliesst eine einzige, vereinzelte, nichtsdestoweniger offenbar einem echten *Corsit* angehörende Variole. Solche bloss aus Feldspath bestehende Sphäroide, welche sogar makroskopisch nur spurenweise eine radiale Anordnung der Anorthitindividuen erkennen lassen, kommen auch im classischen Corsit von Santa Lucia di Tallano vor (Fig. XXXV); im Dünnschliffe jedoch ist die strahlige Anordnung der nach der Klinoaxe gestreckten, stengeligen Anorthitindividuen ganz prachtvoll ansgeprägt. Das eiförmige Sphäroid von Aldersbäck hingegen zeigt schon makroskopisch eine deutliche Strahlenstructur und besteht aus einem wenig von den übrigen differenzirten Kern und zwei Calotten. Der Kern stellt ein Aggregat von Feldspath (Bytownit) und selten Hornblendekörnern dar; die erste breite Zone wird ausschliesslich aus Bytownitstrahlen (nach der Klinodiagonale gestreckte Individuen) zusammengesetzt. Die schmale äussere Zone ist eigentlich eine Art Mischzone und einfach dadurch entstanden, dass zwischen die Plagioklasstrahlen die dunklen Gesteinselemente des Norits sich eingeschoben haben. Im Norit selbst findet man häufig unverdaute Reste des Corsits, um welche sich meist in krystallonomischer Continuität frische und sauerere Feldspathsubstanz angelagert hat.

Fig. XXXV.



Hier konnten sehr instructive durch mechanische Einwirkung erzeugte Zwillingsbildungen beobachtet werden; sie entstehen entweder durch Einklemmung von Plagioklasindividuen zwischen anderen, zangenartig wirkenden, Gemengtheilen oder durch Biegung von Plagioklasen, die reihenweise angeordnete Quarzkörner beherbergen; von diesen Einschlüssen gehen die secundären Zwillingslamellen aus (Taf. III, Fig. 25). Homogene nur von Staub erfüllte Plagioklase können fast halbkreisförmig gebogen werden, ohne dass eine Spur von Zwillingslamellen erzeugt wird. Einen recht ungewöhnlichen polysynthetischen Zwilling stellt Fig. 25, Taf. III dar: die hemitropen Lamellen stehen senkrecht auf den Tracen der basischen Spaltbarkeit und scheinen demnach parallel einer zu P(001) und M (010) senkrechten Fläche eingeschaltet zu sein.

XIII. Die Gruppe der Puddinggranite mit ausschlinsslich concentrischschaligem Aufbau der Variolen stellt durchaus räthselhafte Bildungen dar; es kommt mir zuweilen vor, dass das Gestein selbst einen unfertig variolithischen Charakter besitze und dass die Variolen locale, durch gewisse mit dem Calcit in ursächlichem Zusammenhange stehende, vielleicht dynamometamorphische Processe hervorgebrachte Verstärkungen dieses Characters (d. h. Vervollkomm-

nungen) seien. Die ausserordentlich frischen Orthoklase des Gesteins von Craftsbury führen offenbar primäre Muskovitlamellen, die eine ganz regelmässige Anordnung nach 2 und mehrere Richtungen in Bezug auf den Wirth aufweisen (Taf. III, Fig. 20 und 21). Diese zwei und und mehreren Richtungen scheiden sich in verschiedenen Individuen zwar unter denselben Winkeln (ca. 60° und 120°), entsprechen jedoch nicht überall derselben Richtung im Krystalle selbst d. h. obgleich die Orthoklase im Gesteine ein sehr verschiedene Stellung besitzen, so scheinen die Mukovitlamellen unabhängig von der sie umschliessenden Orthoklassubstanz im grossen Ganzen nach zwei bestimmten Richtungen interponirt zu sein. Stösst ferner eins der durch Druck lamellar gewordenen Quarzkörner an einen Orthoklasdurchschnitt (Taf. III, Fig. 21), so bemerkt man, dass die Muskovitlamellen im Feldspath parallel der Faserung und den groben unter 50°—60° dazu geneigten Rissen im Quarze stehen. Besonders diese Thatsache scheint mir darauf hinzuweisen, dass das Gestein von Craftsbury eine Zeit lang noch während oder nach seiner definitiven Individualisation als solches sehr intensiven dynamometamorphischen Processen unterworfen gewesen ist. Sehr bemerkenswerth sind die hier öfters beobachteten im monoklinen Feldspath interponirten triklinen Plagioklaslamellen sowie endlich der wenigstens zum Theil unzweifelhaft primäre Calcit (die im Feldspath und Quarz schwimmenden Rhomboëderchen; der Calcit hingegen, der die durchaus mechanisch nicht beeinflussten Glimmerlamellen umhüllt und die Variolen durchtränkt, kann vielleicht auch als secundär betrachtet werden).

XIV. Das Gestein vom Amten-See scheint ebenfalls ein dynamometamorphes Produkt zu sein; wenigstens deuten die intensiv veränderten (lamellaren) Quarze sowie der durchweg fragmentäre Charakter der Gemengtheile darauf hin. Biotitneubildung an besonders stark dynamisch beeinflussten Stellen in Gesteinen sind vielfach, besonders ausführlich von J. Lehman[1]) beschrieben worden. Im Gestein vom Amten-See sind nur die grösseren Quarze und Feldspathe als grössere Elemente erhalten geblieben, während die Zwischenmasse aus kleineren eckigen Bruchstücken, die z. Th. von den Rändern der ersteren losgebrochen worden sind, besteht. Denkt man sich nun, dass das Gestein nach seiner Zermalmung noch dazu ausgewalzt worden sei, so kamen die grösseren Einsprenglinge vielleicht in eine rollende Bewegung; die mechanische Energie hat also in Folge von Reibung mit dem zerkleinerten Gesteinsmaterial in einer concentrischen Zone um dieselben besonders intensiv gewirkt; wir könnten also mit Lehman denken, dass dies die Ursache zur Bildung von Glimmerringen um Quarz-Feldspathcomplexe gewesen sei; später trat eine fast vollständige Umsetzung des primären Biotits in Chlorit ein. Vielleicht wäre es möglich dieselbe Entstehungsweise auch bei den sogenannten Puddinggraniten anzunehmen, zumal da in denselben äusserst intensive dynamische Veränderungen constatirt worden sind und namentlich weil die Glimmercalotten keinerlei solche Alterationen aufweisen. Die Structur des Gesteins, die dadurch charakterisirt ist, dass sich zwischen den Quarz-Feldspathcomplexen Biotit-Muskovit-

1) J. Lehman, Altkrystallinische Schiefergesteine, Kap. IX, p. 136 sq.

Züge hindurch winden, mag dazu beigetragen haben, dass bei Auswalzung ein rollendes Gleiten solcher Complexe leichter von statten gehen konnte. Etwas Analoges finden wir bei Augengneissen und den gepressten Conglomeraten von Obermittweida in Sachsen, wo jedes einzelne Gerölle von einer zwar sehr dünnen, aber continuirlichen Glimmercalotte umgeben ist[1]).

XV. Das bekannte prächtige Vorkommen von Ghistorrai bei Fonni auf Sardinien mag als Typus derjenigen makrovariolithischen Gesteine gelten, die durch Einwirkung des Magmas auf verschiedenartige fremde, auf einen relativ engen Raum zusammengedrängte Einschlüsse hervorgegangen ist. Die Resorbtionsrest-Kerne der Sphäroide gehören verschiedenartigen Gesteinen an; wir finden darunter grosse, aus einem porphyrischen Gesteine stammende Orthoklase, ganggranitische, kersantitähnliche ein nephelinführendes und wahrscheinlich auch gneissartige Gesteine. Bei verschiedenen Variolen erscheinen die Calotten verschieden breit und bestehen, allem Anscheine nach, aus diversen Feldspäthen. Die dunklen unregelmässig gerundeten, in Graniten ausserordentlich verbreiteten, hier manchmal als Kerne fungirenden Einschlüsse (ohne Schalenbildungen) gehören entweder einer plagioklasreichen, pyroxenfreien, Biotitminette oder einem biotitreichen panidiomorphen Ganggranite an. Im Ganzen wurden fünf als Kerne fungirenden Gesteinstypen constatirt; doch gehören die meisten Kugeln dem IV Typus d. h. einer ganggranitischen, vom Muttergestein verschiedenen Felsart an. Die unter dem II-ten Typus zusammengefassten Kerne stellen grosse, wahrscheinlich aus einem porphyrischen Granit oder Gneiss übrig gebliebene Feldspathkrystalle dar, die im Magma soweit aufgelockert worden waren, dass Theile derselben nach den Richtungen der Cohäsionsminima dislocirt und bis zu einem gewissen Grade verschoben worden sind; das in diese Interstitien eingedrungene Magma wirkte corrodirend auf die Feldspathfragmente ein und überkrustete sie sodann mit neuer Feldspathsubstanz; auf solche Weise wurden auch die krystallonomisch begrenzten Lösungsräume gebildet[2]). In den Kernen des IV Typus sind durch Wechselwirkung zwischen Granitmagma und den vorhandenen Plagioklas- und Orthoklas-Resten eine Reihe der mannigfaltigsten parallelen Verwachsungen, Ueberkrustungen und Zwillingsbildungen hervorgegangen. Besonders merkwürdig erscheinen Bavenner Doppelzwillinge von Orthoklas, bei welchen der Kernzwilling in einem antilogen Verhältniss zum Zwilling der Hülle steht (Taf. III, Fig. 15). Noch eigenthümlicher ist eine im Gestein wahrgenommene Zwillingsbildung, worin ein von Plagioklaslamellen durchwachsener Rest eines Carlsbader Orthoklaszwillings von einer Orthoklashülle überkrustet wird, die einen Bavenoer Zwilling darstellt; die Zwillingsnäthe im Kern und der Hülle stehen senkrecht aufeinander. Ferner wurde häufig constatirt, dass im Kerne dunkle hemitrope Lamellen ganz hell werden, sobald sie in die Hülle übergehen und umgekehrt. Diese letztere Erscheinung sowie die Zwillingsbildungen lassen wahrscheinlich auf die Gegenwart sehr verschiedener Feldspathglieder schliessen. Die auf den Kern folgende breite glimmerfreie (IV Typus) bald homogen aussehende bald deutlich aus radialen Elementen

1) J. Lehman l. c. p. 181 und 202.

2) cf. H. Bäckström, Ueber fremde Gesteinseinschlüsse in einigen skandinavischen Diabasen; Bih. till K. Svenska Vet. Acad. Handl. Bd. 16, Afd. II, № 1.

zusammengesetzte Calotte, stellt einen echten, vollkommenen Sphärokrystall dar; nur in den auf diese folgenden Zonen finden wir solche Structurformen, wie sie uns die bekannten Sphärokrystalle von Murzinka darbieten (Taf. III, Fig. 9, 10; 4, 5, 6, 7, 8). Nicht ohne Interesse wäre es die radiale Structur dieser complirten Feldspathsphärokrystalle mit radialen Bildungen gewöhnlicher, d. h. nach aussen vollkommen (mit Flächen) ausgebildeter Krystalle, wie dies bekanntlich Herr A. von Karnojitzky für Dioptaskrystalle nachgewiesen, zu vergleichen. Dioptasquerschliffe weisen nämlich schon im gewöhnlichen Lichte eine strahlig lamellare Ausbildung auf; der Krystall zerfällt nach den Begrenzungselementen in 6 Sectoren, wobei in jedem Sector die Lamellen vom Centrum (Spitze) nach der Peripherie gehen; es wechseln hier zweiaxige und einaxige quasi in Zwillingsstellung befindliche Lamellen mit einander ab.

Der Zirkon des Muttergesteins und der Kerne gehören verschiedenen Typen an; in den Calotten kommt neben dem echten granitischen (aus der Matrix) ein Zirkon von ganz individuellem Habitus vor. Man könnte vielleicht denken, dass die aus irgend einem zirkoniumhaltigen resorbirten Mineral stammende Zirkonerde sich mit der überschüssigen Kieselsäure verband und an Ort und Stelle während der Calottenbildung als Zirkon herauskrystallisirte. Das hier aufgefundene neue Mineral, dessen Krystalle einen verzerrt octaëdrischen Habitus zeigen, scheint seinem optischen Verhalten nach dem triklinen Krystallsystem anzugehören. Nach meiner Methode (cf. Bull. Soc. Min. t. VII, 1884, p. 243) konnten darin Al, Fe, Ca, Mg, Si, Ti, Nb (?), Yt, Th, Zr, Ce, nachgewiesen werden.

XVI. Der Quarzdiorit von Svartdal ist eine unzweifelhaft eruptive, primäre Bildung, denn die eigenthümlichen idiomorphen Quarze der Zwischenmasse führen gar nicht selten schöne Doppeleinschlüsse von Glas und Flüssigkeit, ähnlich wie sie Herr F. Zirkel zuerst aus den Leuciten der Lava von Capo di bove bei Rom beschrieben hat. Die variolithische Structurform ist hier durchaus primär, wahrscheinlich durch Anziehung der Hornblendenadeln durch die in den Mikropegmatitkernen besonders randlich angehäuften Erzmassen entstanden, wie wir dies im Kleinen an daselbst vorkommenden Titaneisenleisten studiren können (Fig. XIV).

XVII. Der prächtige makrovariolithische Gabbro von Romsås ist offenbar als Randfacies eines Gabbrolaccolithes und zugleich als endomorphe Kontaktbildung aufzufassen. In dem an den Sphäroiden haftenden Gabbrobindemittel gelang es mir zum ersten Male das Vorhandensein einer Reihe verschiedener Plagioklasmischungen nachzuweisen. *Es konnte ferner constatirt werden, dass am Aufbau eines und desselben polysynthetischen Zwillingstockes, hemitrope Lamellen zweier chemisch sehr bedeutend von einander abweichenden Glieder der Plagioklasreihe theilnehmen können*[1]). In solchen Fällen ist die Zwillingslamellirung

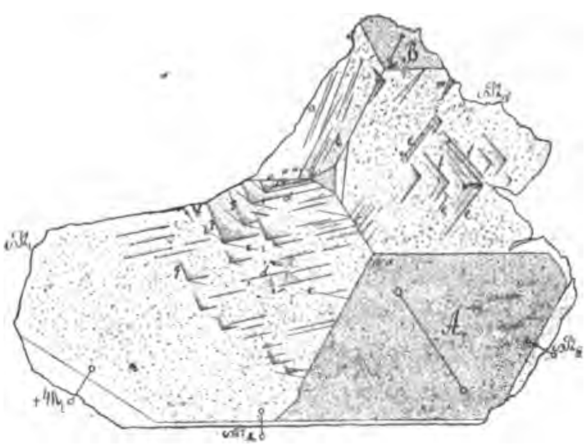
1) Vergl. J. W. Retgers, Onderzoek der Asch van Krakatau 1885; aus M. Verbeek's Krakatau; das spec. Gewicht der aus der Krakatauasche isolirten Feldspäthe (85%) liegt zwischen 2.70—2.64, ein Umstand, der auf die Gegenwart einer ganzen Reihe von Plagioklasen vom Oligoklas und Andesin an bis zu den Labradoriten vermuthen lässt. Desgleichen constatirte G. Linck, dass das Kersantitgestein von Weissenburg Feldspäthe führe, deren Volumgewichte zwischen 2.55 und 2.72 variire.

Dass die Zonen der zonar struirten Plagioklasse z. Th. eine recht abweichende chemische Zusammensetzung besitzen, ist schon längst bekannt. Erst neulich hat F. Becke in seiner petographischen Studie am Tonalit vom Riesenferner (Tscherm. Min. u. Petr. Mitth., B. XIII, z. B.

in Folge der Differenzen in der Doppelbrechung schon in gewöhnlichem Lichte meist deutlich erkennbar. Die hier angeführte Thatsache, dass sich nämlich verschiedene Subindividuen eines und desselben Zwillings chemisch recht verschieden verhalten, stellt ein um so höheres Interesse dar, da sie mit ebensolchen Erscheinungen, die für andere Verwachsungsarten nachgewiesen worden sind, in voller Uebereinstimmung stehen. Mein lieber Freund, Herr A. von Karnojitzky hat nämlich für die Mehrzahl der Turmalinkrystalle dargethan, dass die anomalen Flächenwinkel unzweifelhaft durch Schwankungen und Verschiedenheiten in der chemischen Constitution (sowie auch vielleicht der physischen Natur) benachbarter Schichten einer und derselben Hülle des Krystalls hervorgerufen werden, d. h. dass die verschiedenen miteinander in hypoparalleler Stellung verwachsenen, um kleine Winkel, die den beobachteten Abweichungen von normalen Winkeln entsprechen, gegeneinander verwendeten Subindividuen eines und desselben polysynthetischen Krystalls feine Verschiedenheiten und Abweichungen in ihrer chemischen Zusammensetzung sowie auch physikalischen Eigenschaften erkennen lassen. Dies gilt nicht bloss für Flächen einer und derselben Form, sondern auch um destomehr für Flächen *verschiedener* Formen, z. B. $(01\bar{1})$ und $(11\bar{2})$ des Turmalins. Obgleich wir leider keinerlei Daten über deren Sonderzusammensetzungen besitzen, so fällt doch ihre chemische Heterogeneität sofort von selbst in's Auge, wenn wir die in ihnen beobachtete Verschiedenheit in der Färbung, der optischen Constanten etc. in Betracht ziehen.

Besonders bemerkenswerth erscheinen folgende zur Illustration dieser Frage dienenden Thatsachen und Considerationen (Fig. XXXVI): parallel den Flächen des Rhomboëders (311) ist zuweilen — wie Herr A. von Karnojitzky uberzeugend dargethan hat — eine vollständig farblose somit also ganz- oder fast mangan- und eisenfreie Turmalinmasse (Axenwinkel 19° 23′) angeschossen, während sich parallel den Flächen einer der trigonalen Prismen eine durch einen viel grösseren Axenwinkel ausgezeichnete, intensiv grünlichbraune, deutlich trichroitische Turmalinsubstanz abgelagert hat. Die farblosen Partien bleiben farblos, auch wenn man die Krystallplatte auf 300°—600° C erhitzt, eine Temperatur, bei welcher die grünlichbraune Färbung der Sectoren sowie der Trichroismus derselben an Intensität ganz bedeutend zunehmen. Diese Erscheinung kann offenbar durch Sauerstoffaufnahme sauerstoffärmerer Mangan- und vielleicht auch Eisenoxyde gedeutet werden; daraus geht mit Deutlichkeit her-

Fig. XXXVI (nach A. von Karnojitzky).



p. 435) gezeigt, dass in einem und demselben Plagioklasdurchschnitt nach M (010) im Kerne sowie in verschiedenen aufeinanderfolgenden Hüllen 4 Auslöschungsschiefen beobachtet werden können, die einer vom mittleren Andesin bis zum sauren Oligoklas gehenden Reihe entsprechen und also vom — zum + übergreifen.

vor, dass der Mn- und Fe-Gehalt und daher auch die chemische Constitution *beider Sectoren verschieden sein müssen*. Es ist klar, dass zwischen beiden Verwachsungsarten (Zwillinge und hypoparallele Häufung) kein wesentlicher Unterschied besteht; es ist ferner klar (wie es mir mein Freund Herr A. von Karnojitzky wiederholt mündlich mitgetheilt hat), dass feine Nuancen in der chemischen Constitution von Individuen einer und derselben Mineralsubstanz im Allgemeinen als günstige Bedingungen zur Bildung von Zwillingskrystallen ebensowol als auch von hypoparallelen Häufungen gelten können. Endlich scheint es nach Herrn von Karnojitzky's Meinung, gleichwie nach meiner Ansicht begreiflich, warum der Orthoklas niemals eigentliche, plagioklasartig-lamellare Zwillingsstöcke zu bilden vermag wie die Plagioklase, bei welchen die isomorphen Vertretungen Na Ca und Ca Na alle möglichen feinsten Nuancirungen der chemischen Constitution gestatten und bei welchen folglich die Bedingungen zur wiederholten Zwillingsbildung (quantitativ) viel günstiger sind. Ganz besonders beredt spricht für diese Anschauungsweise die zuerst von Hawes [1]) beschriebene und von mir seitdem häufig constatirte lamellare d. h. polysynthetische Verwachsung von Plagioklas mit Orthoklas.

Das eigenthümliche Mineral, welches zwar die chemische Zusammensetzung eines normalen Hyperthens und das Aussehen eines Broncits (Kraubat) besitzt, jedoch seinem optischen Verhalten nach weder monoklin noch rhombisch sein kann und daher dem triklinen System anzugehören scheint, stellt ein um so höheres Interesse dar, da J. H. L. Vogt[2]) in künstlichen Schlacken die Gegenwart monokliner, rhombischer und trikliner Pyroxene nachgewiesen hat, welche letzteren mehr oder weniger manganhaltig sind.

Der polysynthetische Zwillingsaufbau nach (100) sowie die Faserung nach der verticalen Axe des eigenartigen fast farblosen Amphibols der peripherischen Calotte sind höchst wahrscheinlich mechanisch hervorgebrachte secundäre Erscheinungen; während sämmtliche Individuen der fast farblosen Hornblende aus einer grossen Menge hemitroper Lamellen bestehen, finden wir unter grünlichbraunen Durchschnitten (äussere Rinde derselben Zone) recht zahlreiche durchaus homogene oder allenfalls nur wenige Zwillingslamellen ausweisende Individuen. Aus diesem ungleichen Verhalten gegen Druckphenomene geht deutlich hervor, dass die Factoren (i. e. günstige Bedingungen) zur wiederholten Zwillingsbildung bei einem und demselben Minerale quantitativ recht ungleiche Effecte hervorbringen d. h. dass die chemische Beschaffenheit derselben dabei eine bedeutende Rolle spiele. Obgleich Unterschiede in der Färbung einer und derselben Mineralspecies an und für sich schon genügen, um die Annahme von deren abweichenden chemischen Constitution vollständig zu rechtfertigen, so wurde doch die grünlichbraune Hornblende einer chemischen Prüfung unterworfen und, wie zu erwarten stand, constatirt, dass dieselbe kieselsäureärmer und eisenreicher sei als die hellere.

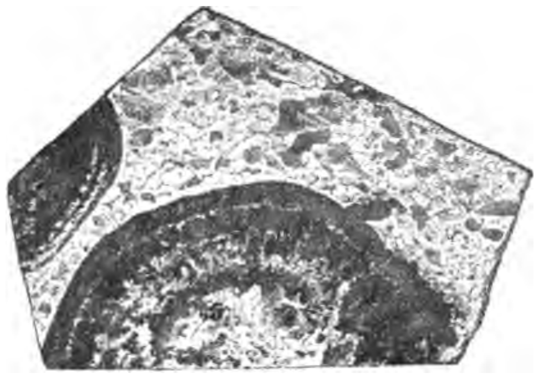
Recht auffallend erscheint das Nebeneindervorkommen in einem völlig frischen Eruptivgestein von Rutil, Anatas und Brookit, die ihrer allgemeinen Beschaffenheit nach hier als primäre Elemente gelten müssen.

1) a. a. O.

2) Studier von Slagger, a. a. O.

XVIII. Das Vorkommen von Slättmossa gehört zu derselben Gruppe wie Kortfors[1]) und Wirvik, ist aber dadurch charakterisirt, dass in den Variolen eine unverkennbare Tendenz der dunklen Elemente zur radialen Anordnung und Streckung zum Ausdruck gelangt, während die Sphäroide von Kortfors und Wirvik[2]) einzig und allein einen zwiebelschaaligen Aufbau erkennen lassen. Diese drei Gesteine gehören auch in genetischer Beziehung in dieselbe Categorie, — es sind eben basischere Schlieren, die nach ihrer Erstarrung das Material zur Kugelbildung geliefert d. h. deren Fragmente als geeignete Ansatzkerne die Calottenbildung hervorgerufen haben. — Die Quarze des Gesteins von Slättmossa zeigen besonders intensive mechanische Alterationserscheinungen, so dass hier die krystallonomischen Beziehungen zwischen mechanisch deformirten und normalen Quarzindividuen besonders gut zu ermitteln waren. — Ein sehr hübsches Beispiel einer von Erzmassen ausgehenden, attractiven Wirkung, bieten die im Gestein vorkommenden Erzanhäufungen: um eine centrisch gelegene grössere Erzmasse gruppiren sich kleinere, mit ihrer Längsrichtung unverkennbar radial zur ersteren gestellte Erzpartien und um diese letzteren concentriren sich Erzpartikel und Erzstaub; es macht eben den Eindruck, dass Erzmassen von grösseren solche von kleineren Dimensionen und diese endlich den feinsten Erzstaub angezogen und fixirt haben. Einige Erzpartien umschliessen rechteckige, bräunlichgraue Tafeln eines doppelbrechenden Minerals. — Die grüne nicht besonders stark pleochroitische Hornblende ist durch eine ungewöhnlich grosse Auslöschungsschiefe (bis 30°) und bedeutende Differenz $\gamma - \alpha = 0.026$.

Fig. XXXVII.



Ich kann diese Arbeit nicht beschliessen ohne den Tribut meiner tiefempfundenen Dankbarkeit den Herren Akademikern F. G. von Schmidt und N. N. von Beketoff noch einmal darzubringen, denn nur durch die gütige Bereitwilligkeit dieser beiden Herren und die Munificenz der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften bin ich im Stande gewesen die nöthigen Vorarbeiten durchzuführen und zu beenden.

1) Folgendes nicht besonders gut gelungene Cliché giebt wenigstens den Habitus des variolithischen Granits von Kortfors wieder (Fig. XXXVII).

2) Grosse Kugeln; im kleinkugeligen Vorkommen kann man dagegen recht oft eine radiale Disposition der dunklen Gemengtheile wahrnehmen.

Nachtrag zum Litteraturverzeichniss.

Allgemeines über sphärolithische Bildungen.

84 — 1889 — On the crystallisation of igneons rocks; J. P. Iddings, Bull. Philos. Soc. Washington, vol. XI, p. 65—113.

85 — 1891 — Spherulitic Crystallisation, J. P. Iddings; ibidem, pp. 445—464.

86 — 1891 — Constitution and origin of spherulites in acid eruptive rocks; Whitman Cross, ibidem, pp. 411—444.

Corsit.

87 — 1849 — *Corsit* von Santa Lucia di Tallano; A. Delesse, sur la diorite orbiculaire de la Corse etc. etc., Paris 1849.

Variolith.

88 — 1851 — *Variolith* von Drac; Gneymard, An. des mines, t. XXIII, p. 41.

89 — 1874 — *Variolithe*; A. Inostranzeff, Verh. d. Kaiserl. Russ. Min. Ges. Bd. IX, pp. 1—28.

90 — 1876 — *Variolithe*; F. Zirkel, Neues Jahrbuch für Min. etc. 1876, pp. 279—280.

91 — 1882 — *Variolithe* der Gabbro's Schlesiens; Dathe, Zeitschr. d. deutsch. Geol. Ges. Bd. XXXIV, pp. 432—434.

Ueber finnländische Granite, Rappakivi und einem eigenthümlich sphäroidal struirten Quarzit sind noch folgende Arbeiten zu erwähnen:

92 — 1866 — P. Pusyrewsky, Geognostische Untersuchungen im Wyborg'schen Gouvernement; Verh. d. Kaiserl. Min. Ges., Bd. I, p. 351.

93 — 1874 — W. W. Dokutschajeff, perlitischer Quarzit vom Ufer der Lena; ibidem Bd. IX, p. 92.

94 — 1874 — P. Lukscho, Orthoklas aus einigen finnländischen Gesteinen, ibidem, p. 78.

95 — 1874 — P. Lukscho, Ueber Flüssigkeitseinschlüsse in Quarzen der finnländischen Granite; ibidem, p. 106.

96 — 1874 — W. Slatkowsky, Mikroskopische Beschaffenheit des Orthoklases aus einigen Gesteinen aus Finnland und dem Olonetz'schen Gouvernement; ibidem, p. 96.

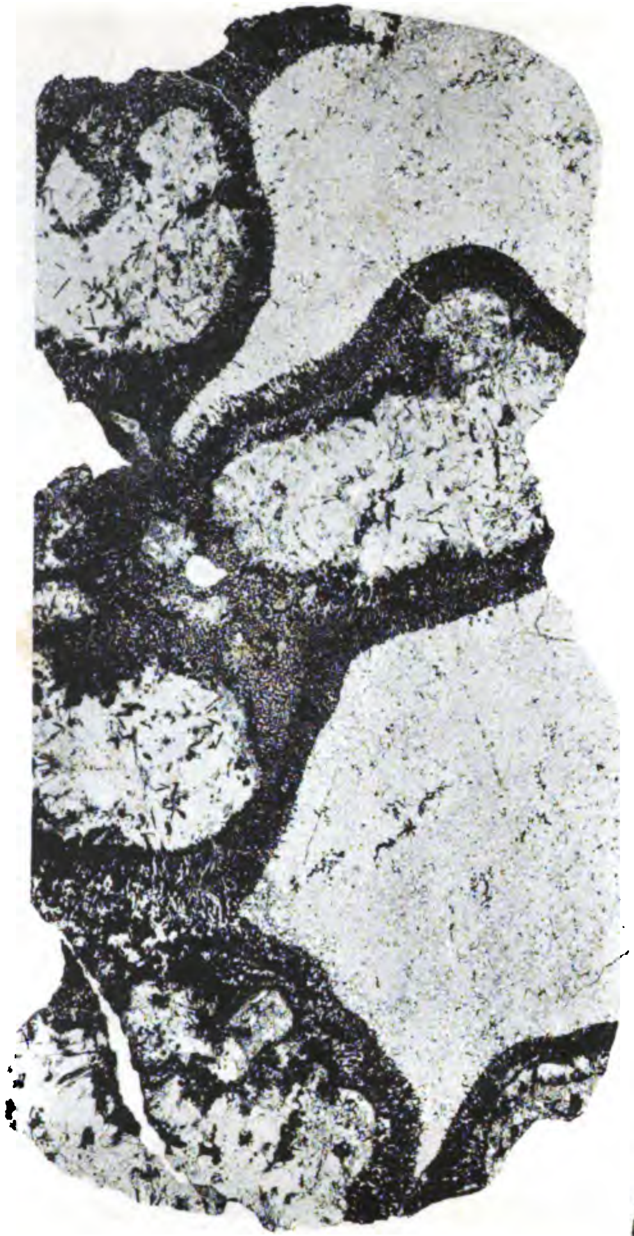
97 — 1874 — D. Tschchotua, Ueber den eigentlichen Charakter der Eisenoxydeinschlüsse im Granit von Pustalon-Saari, Finnland; ibidem, p. 102.

98 — 1889 — A. A. Inostranzeff, Handbuch der Geologie, Bd. I, 2-te Auflage, p. 365.

ERKLÄRUNG DER TAFELN.

Tafel I.

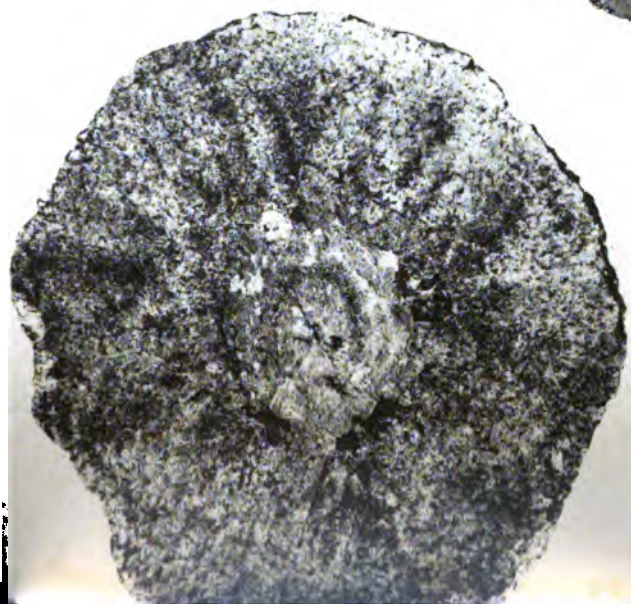
Variolithischer Quarzdiorit, Svartdal, Norwegen; pp. 164—177.
Variolithischer Granit, Kunnersdorf, Schlesien; pp. 59—89.
Variolithischer Amphibolgranit, Rattlesnake Bar, Dorado Co, Californien; pp. 36—59.
Variolithischer Amphibolgranit, Slättmossa, Järeda soken, Kalmar län, Schweden; pp. 208—229.
Variolithischer Granit, von Altai; pp. 9—35.
Variolithischer Gabbro, Romsås, Askim, Norwegen; pp. 178—207.



Svartdal, 1½
Norwegen



Slättmossa, 2/1
Schweden.





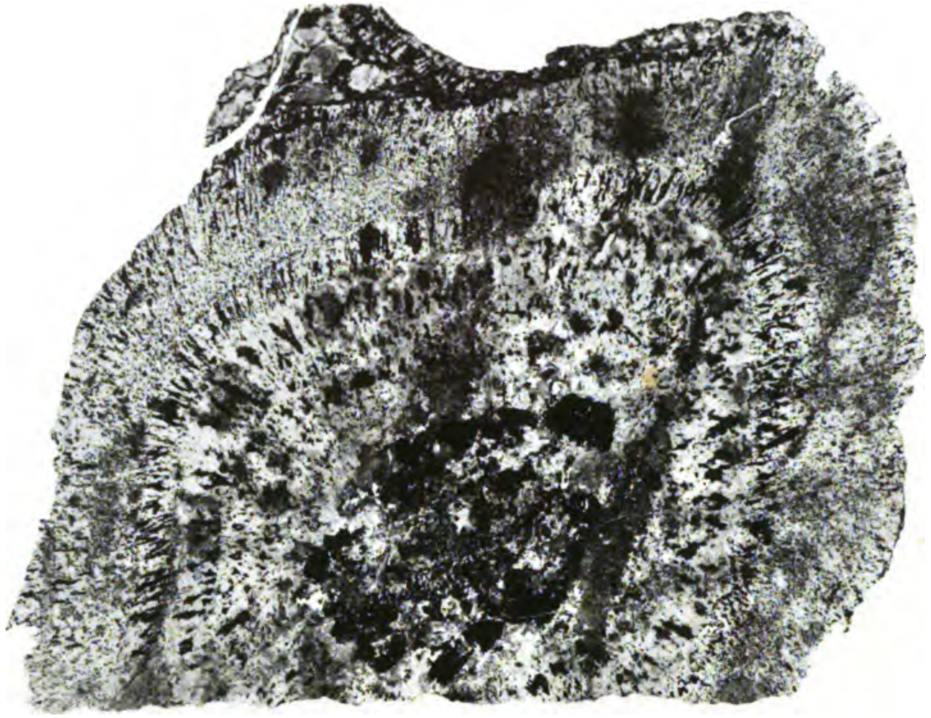
Kunersdorf, $^{1}/_{1}$
Schlesien



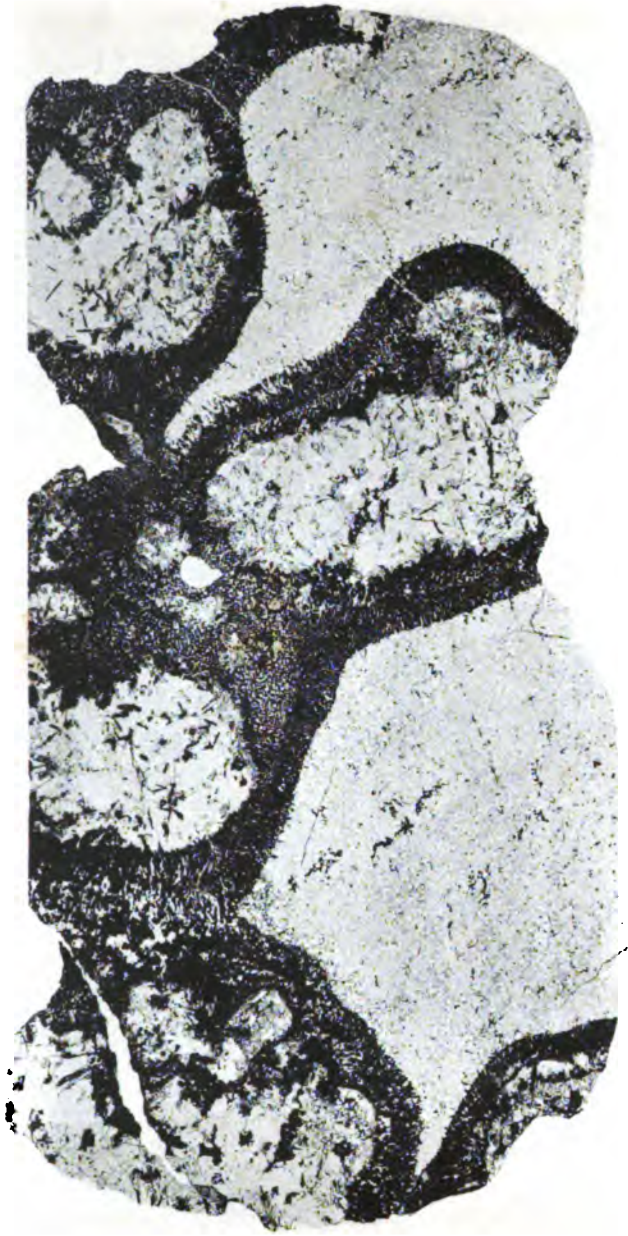
Altai. $^{1}/_{1}$
Sibirien.



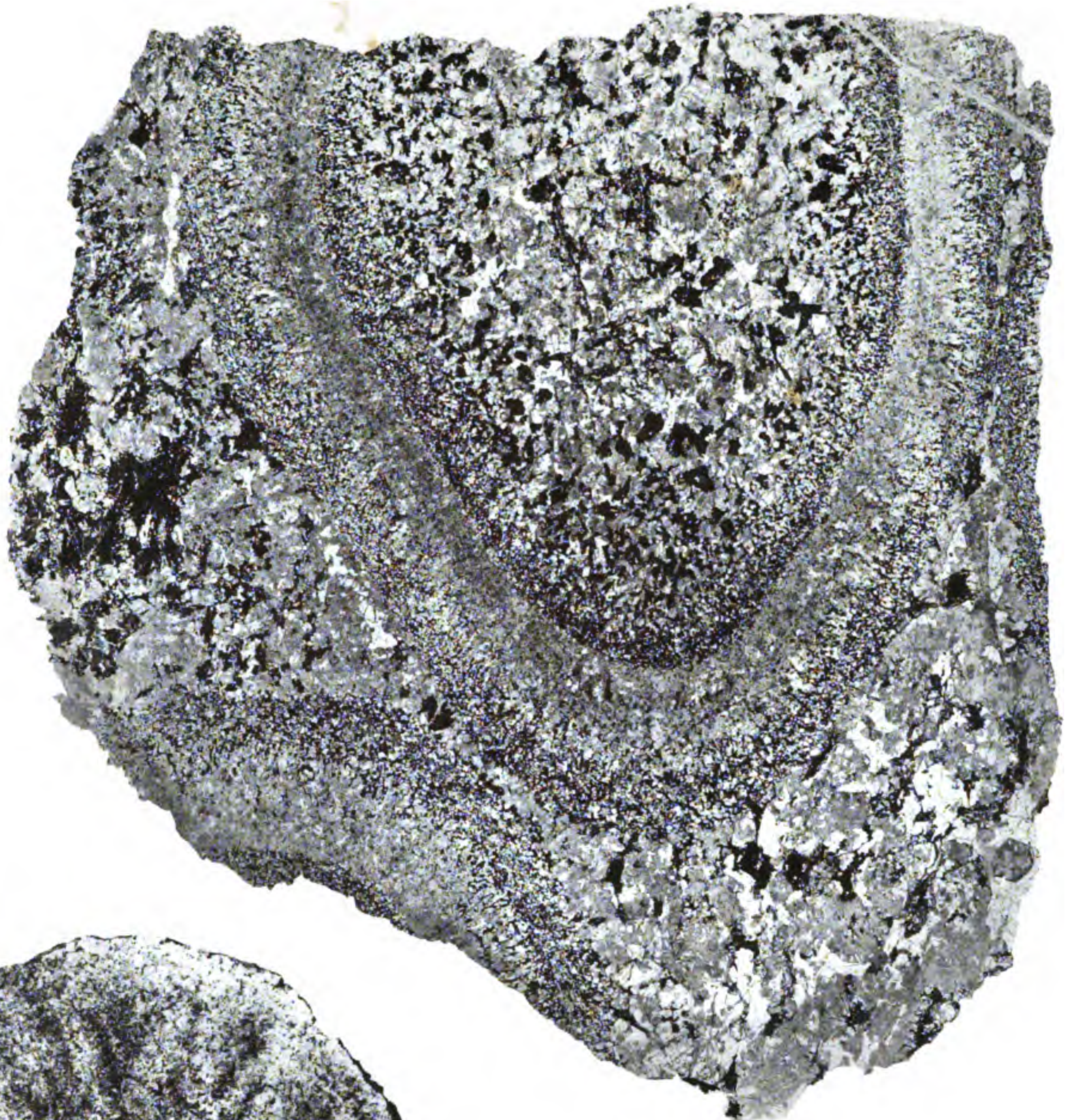
Romsås. $^{2}/_{1}$
Norwegen.



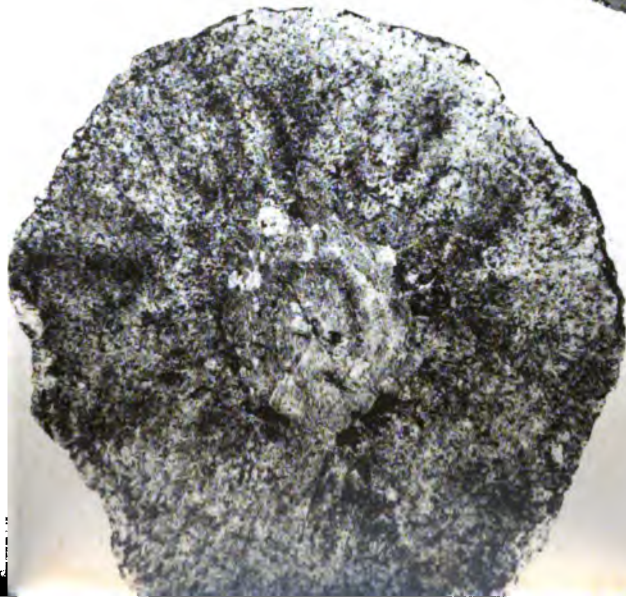
Rattlernake Bar, $^{2}/_{1}$
Californien.



Svartdal, 1/2
Norwegen.



Slättmossa, 2/1
Schweden.





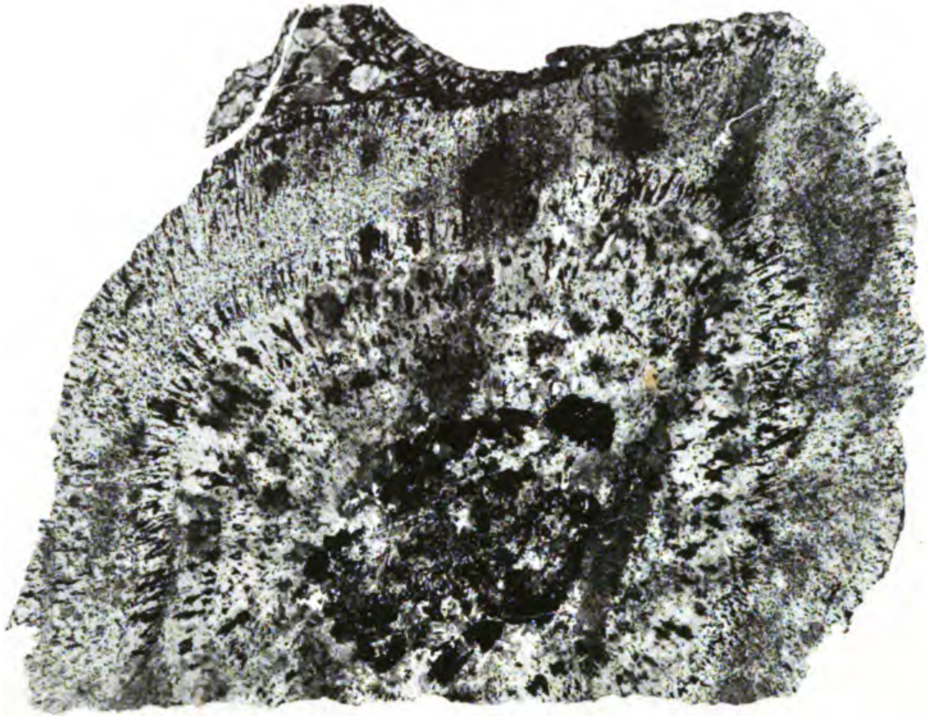
Kunersdorf. 1/1
Schlesien



Altai. 1/1
Sibirien



Romsås. 2/1
Norwegen.



Rattlernake Bar. 2/1
Californien.

Tafel II.

Figur 1 — Schematischer Durchschnitt durch eine Variole des Amphibolgranits von Slättmossa, p. 208.

» 2 — Schematischer Durchschnitt durch eine Variole des Granits von Kunnersdorf, Partie zwischen den Mikropegmatitstrahlen; c Krystallkern; a Mikropegmatit und Quarz; b mit den Klinoaxen parallel zu den Flächen des Krystallkerns angeordnete Orthoklasindividuen; pp. 77—82.

» 3 — Schematischer Durchschnitt einer Variole des Granits vom Altai; Kern; I-te Orthoklascalotte; II-te Ab_{10} An_7 (Andesin) Calotte; III-te Ab_3 An_2 Calotte; IV-te Calotte (auf der Zeichnung muss anstatt I, III, IV, V — I, II, III, IV gesetzt werden) pp. 20—32.

» 4 — Schematischer Durchschnitt durch eine Variole des Amphibolgranits von Rattlesnake Bar; a Amphibol; pp. 41—55.

» 5 — Einzelne Corsitvariole im Noritgestein von Aldersbäck; pp. 147—163.

» 6 — Schematischer Durchschnitt durch eine Variole des Gabbro von Romsås; a Erz; b farblose Hornblende; c d g trikliner Pyroxen; ff grünlichbraune Hornblende; pp 178—207.

» 7 — Variole aus dem Granit von Ghistorrai; II Typus der Kerne: zerdrückter Krystall ([100][010]) pp. 108—112.

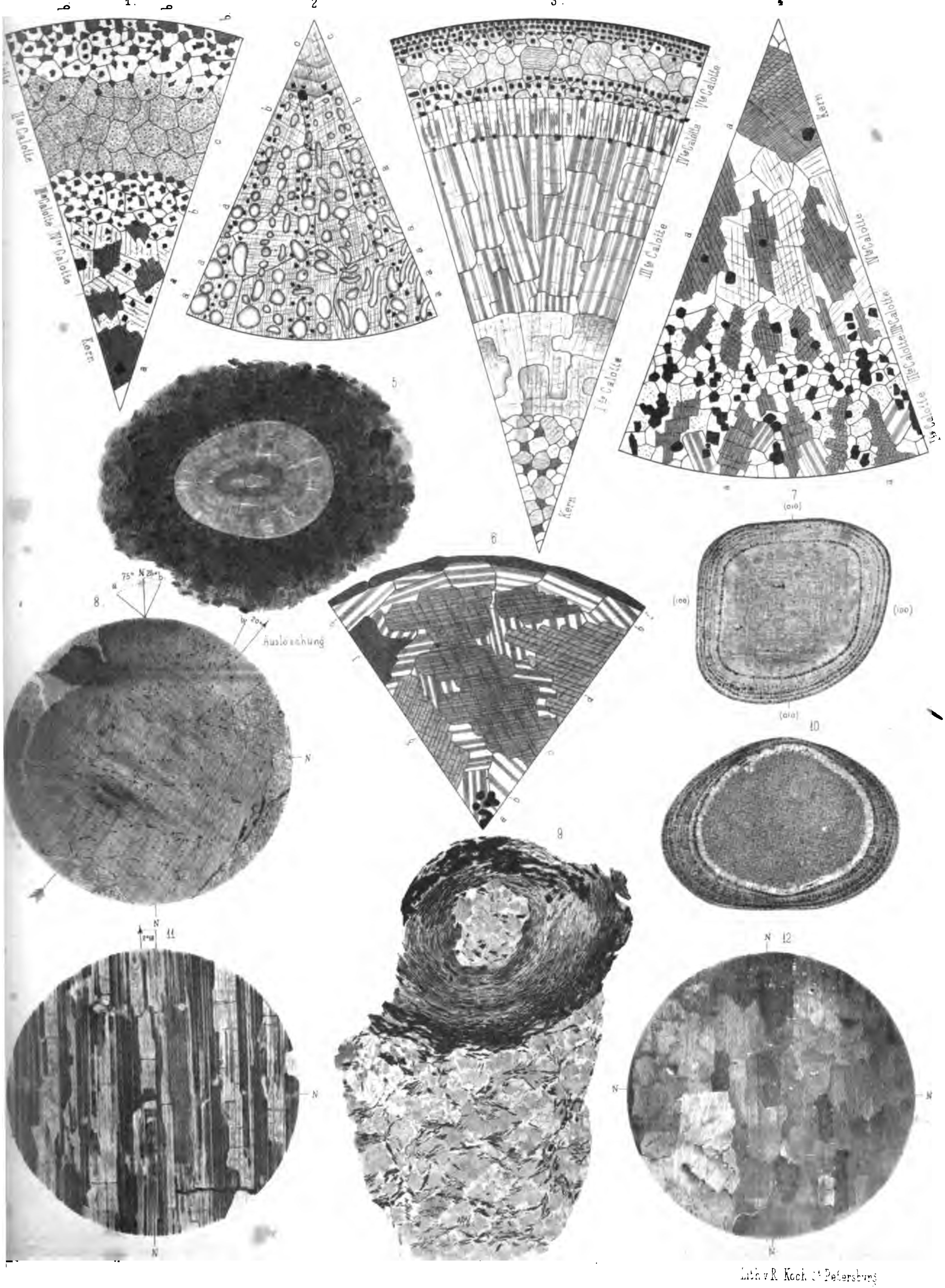
» 8 — Mechanisch deformirter Quarz aus dem Granit vom Altai; p. 12.

» 9 — Puddinggranit von Craftsbury, Vermont; pp. 132—146. 2 Mal vergrössert.

» 10 — Variole mit dunklem Kern aus dem Granit von Ghistorrai; I Typus № 2; p. 107.

» 11 — Plagioklas (Ab_3 An_2) der III-ten Calotte der Variolen aus dem Granit vom Altai; p. 27.

» 12 — Plagioklas (Ab_{10} An_7) der II-ten Calotte der Variolen aus dem Granit vom Altai; p. 22.



Lith. v. R. Koch, St. Petersburg

Tafel III.

Figur 1 — Feldspathkern mit Lösungsräumen; Typus II; Ghistorrai; pp. 108—112.

» 2 — Ein mit Quarz erfüllter Lösungsraum in demelben Kerne, man sieht, wie Quarzfüllmasse den primären Feldspath corrodirt hat und dann secundärer Plagioklas an die Wandungen des Lösungsraumes angeschossen ist; pp. 108—112.

» 3 — Randpartie der zum III Typus gehörenden Kerne; Ghistorrai; pp. 112—113.

» 4, 5, 6, 7, 8 — Structurdetails der III-ten Calotte; Ghistorrai; p. 121.

» 9, 10 — Bei Albitsphärokrystallen von der Murzinka vorkommende Structuren; p. 121.

» 11, 12, 13, 14, 15 — Verwachsungen, Ueberkrustungen sowie Zwillingsbildungen von Plagioklas und Orthoklas in Kernen des IV Typus; Ghistorrai; pp. 116.

» 16 — Eine sehr complicirte Zwillingsbildung von Plagioklas und Orthoklas aus dem Muttergesteine der Sphäroide von Ghistorrai; p. 90.

» 17, 18 — Schematische Darstellung der Sphärokrystalle, II-te Calotte; Ghistorrai; p. 120.

» 19 — Variolithisches Gestein vom Amten-See; pp. 130—132.

» 20 — Ein von Plagioklas und Muskovit - Lamellen durchwachsener Orthoklas aus dem Puddinggranit von Craftsbury; p. 136.

» 21 — Mechanisch deformirter Quarz aus demselben Gestein; p. 138.

» 22 — Schematischer Durchschnitt durch eine Variole desselben Gesteins; a Kern; b erste calcitarme, c zweite calcitreiche, d dritte calcitarme peripherische Calotten; p. 141.

» 23 — Plagioklas mit eigenthümlichen Zwillingslamellen aus dem Norit von Aldersbäck; p. 151.

» 24 — Plagioklasdurchschnitt, in welchem die mechanisch erzeugten Zwillingslamellen senkrecht auf den Tracen der basischen Spaltbarkeit stehen; dasselbe Gestein; p. 152.

» 25 — Die mechanisch hervorgebrachten Zwillingslamellen gehen von interponirten Quarzkörnern aus; dasselbe Gestein; p. 150.

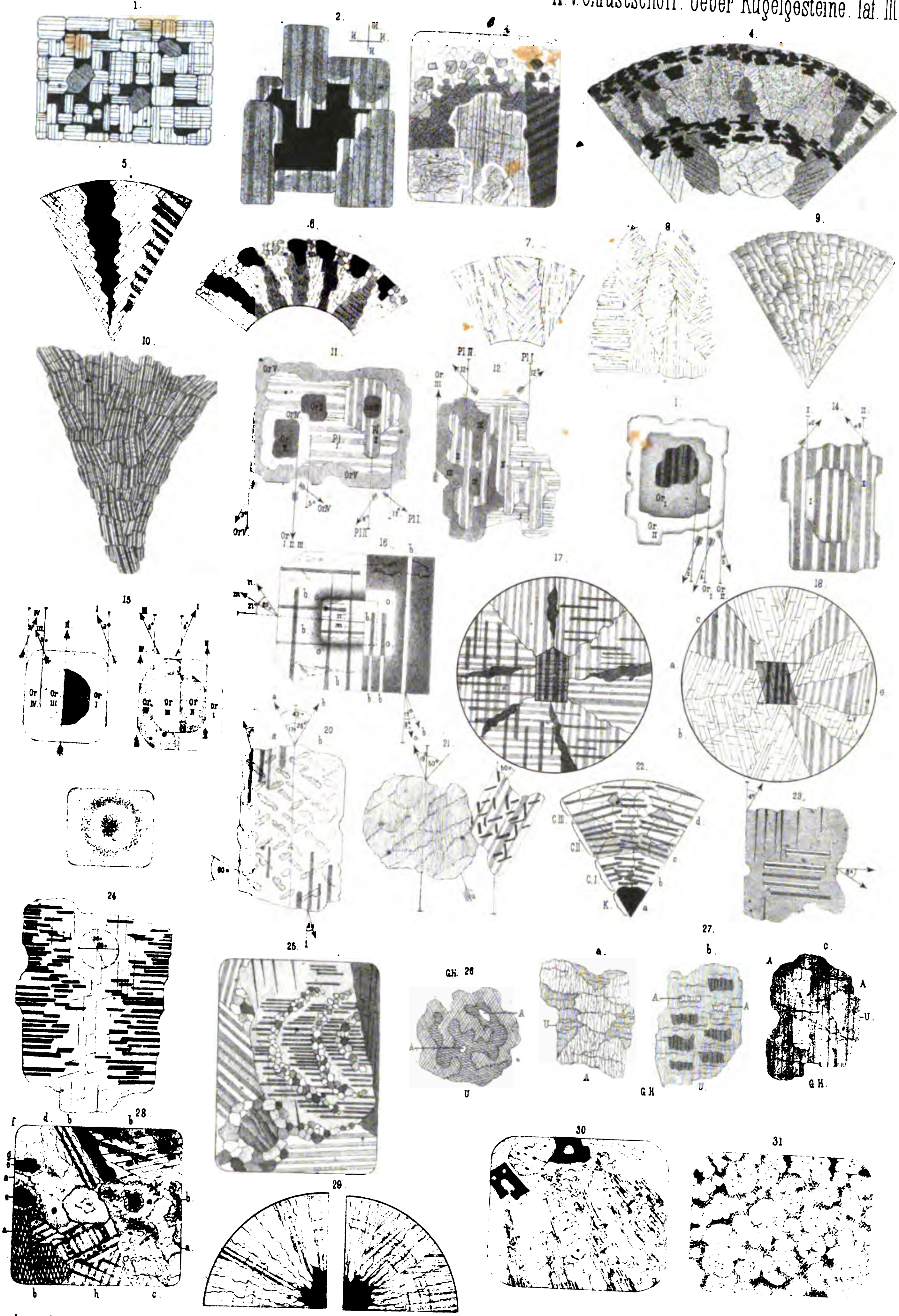
» 26, 27 Umwandlungsstadien von Pyroxen in compakte Hornblende; a — A = Pyroxen, U = Uralit; b — A = Pyroxen, U = Uralit, CH (hier fälschlich mit GH bezeichnet) compakte Hornblende; c — A = Reste von Pyroxen, die von Uralit umgeben sind, CH = compakte Hornblende; dasselbe Gestein; p. 156.

» 28 — Erläutert die reciproken Beziehungen des Calcits zu den übrigen Gemengtheilen; aaa Calcit; bbb Hornblende; c farblose Hornblende; d Uralit; e Erz; g Titanomorphit; f Quarz; h Plagioklas; dasselbe Gestein; p. 155.

» 29 — Sphärokrystallstructur; Variole aus demselben Gestein; p. 159.

» 30 — Radial angeordnete Amphibolprismen um die Mikropegmatitkerne im Gestein von Svartdal; pp. 164—177.

» 31 — Quarzreiche Zwischenmasse; idiomorphe Quarze mit Glaseinschlüssen; dasselbe Gestein; pp. 164—177.



Autor del.

Lith R Koch St Petersburg.

Inhaltsübersicht.